

Treball de Recerca

Disseny i construcció d'una bobina Tesla

“No crec que hi hagi cap emoció més intensa per a un inventor que veure una de les seves creacions funcionant. Aquesta es l'emoció que fa que s'en oblidi de menjar, de dormir de tot”
Nikola Tesla

Índex:

| | |
|--|----|
| 1.Introducció | 2 |
| 2.Objectiu..... | 3 |
| 3.Nikola Tesla..... | 4 |
| 4.Funcionament i aplicacions de la bobina | 7 |
| 5.Tecnologia emprada..... | 10 |
| 6. Procediment del treball | |
| 6.1.Disseny sobre pla de la bobina | 12 |
| 6.1.1 Circuit de baixa tensió | 15 |
| 6.1.2 Circuit d'alta tensió | 18 |
| 6.2.Tria de la millor manera de muntatge..... | 23 |
| 6.3 .Construcció de la bobina | 25 |
| 6.3.1. Font d'alimentació..... | 25 |
| 6.3.2. Oscil·lador..... | 27 |
| 6.3.3. Flyback o transformador de línies..... | 32 |
| 6.3.4. Condensador de HV..... | 38 |
| 6.3.5. Explosor..... | 40 |
| 6.3.6. Bobinat primari i secundari..... | 42 |
| 7. Comprovació de la funcionalitat..... | 45 |
| 7.1 Experimentació amb la bobina tesla..... | 47 |
| 8.Comparació amb altres bobines..... | 54 |
| 9.Possibles millores..... | 59 |
| 10.Conclusió..... | 61 |
| 12.Bibliografia..... | 62 |
| 13.Annex..... | 63 |

1.Introducció

Per què vaig decidir fer una bobina Tesla?

Bé és una pregunta que encara em faig avui en dia. Sense cap mena de dubte haver de buscar tota la informació necessària per establir uns paràmetres adequats per a el correcte funcionament de la bobina i la construcció d'aquesta darrera m'ha portat molt de temps i esforç.

Abans de començar aquest any escolar jo no tenia coneixement de la persona que probablement és el pare del segle XXI: Nikola Tesla. Ara bé, el professor d'electrotècnia, Narcís Masmartí, ens va ensenyar un vídeo a principi de curs sobre aquest personatge. El vídeo recalca molts dels invents i descobriments en el camp de l'electromagnetisme que aquest visionari va dur a terme. En especial, la bobina Tesla, una màquina que mitjançant diferents efectes electromagnètics genera un camp elèctric tant potent que ionitza l'electricitat (els raigs de la bobina tesla, així com els raigs de les tempestes són electricitat ionitzada). A més, permet la transmissió d'informació en forma d'ones electromagnètiques de freqüència variable i, per últim, gràcies al camp elèctric permet alimentar receptors elèctrics. Aquest invent fou revolucionari en la seva època; tot i que no va ser aprofitat. Avui en dia es treballa amb la idea de transmetre electricitat inalàmbricament ja que en un futur podria permetre una gran multitud de projectes avui no factibles.

A l'acabar de veure el vídeo estava decidit a construir-ne una. En aquest punt va sorgir el primer problema. El meu tutor de recerca, Xevi Sala, no estava disposat a treballar amb altes tensions per això vaig haver de buscar alguna manera de construir un dispositiu de transmissió d'electricitat inalàmbrica siguent fidel a l'esquema de Tesla. Però la veritat és que val la pena l'esforç perquè és un artefacte realment impressionant.

2.Objectiu

Les primeres setmanes l'objectiu era convèncer al meu tutor de què construir la bobina sense sortir malparats ni deixar-s'hi grans quantitats de diners era factible, per això vaig haver de buscar informació per poder iniciar el meu projecte; fins arribar a la pàgina web que em faria començar el projecte.

[-http://danielesparza.net/espanol/index.php?option=com_content&view=article&id=4:instructivo-bobina-tesla&catid=3:proyectopersonal&Itemid=7-](http://danielesparza.net/espanol/index.php?option=com_content&view=article&id=4:instructivo-bobina-tesla&catid=3:proyectopersonal&Itemid=7)

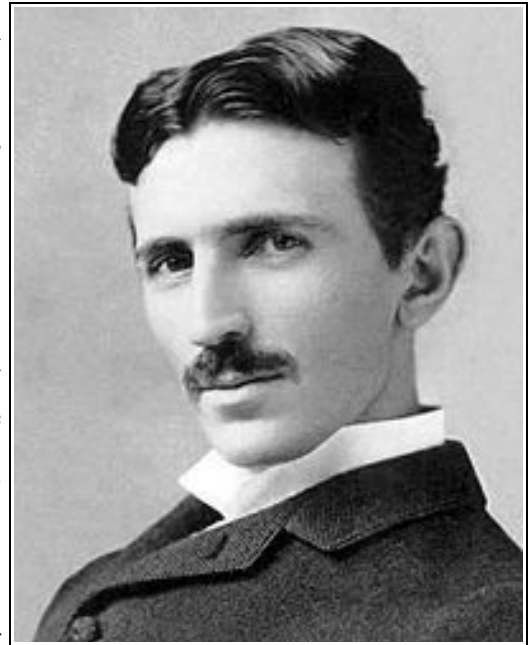
Aquesta pàgina web és el bloc d'un noi mexicà on hi havia molta informació en relació al tema del treball, la qual em va permetre realitzar un document força convincent on explicava al meu tutor meticulosament tot el que necessitava i tots els passos que hauria de seguir, això em va ajudar a convèncer al meu tutor i a començar a fer-me una idea general del projecte que tenia a les mans.

Doncs els meus objectius esdevingueren els següents :

- Disseny d'una bobina pròpia i adequada als materials que hi havia al taller.
- Construcció de la bobina a nivell elèctric i mecànic (components electrònics i materials de suport com el radiador per refredar el transistor).
- Comprovació de la funcionalitat de la bobina.
- En cas positiu, realitzar diferents experiments amb l'electricitat inalàmbrica
- En cas negatiu, intentar localitzar l'error i intentar solucionar-lo.

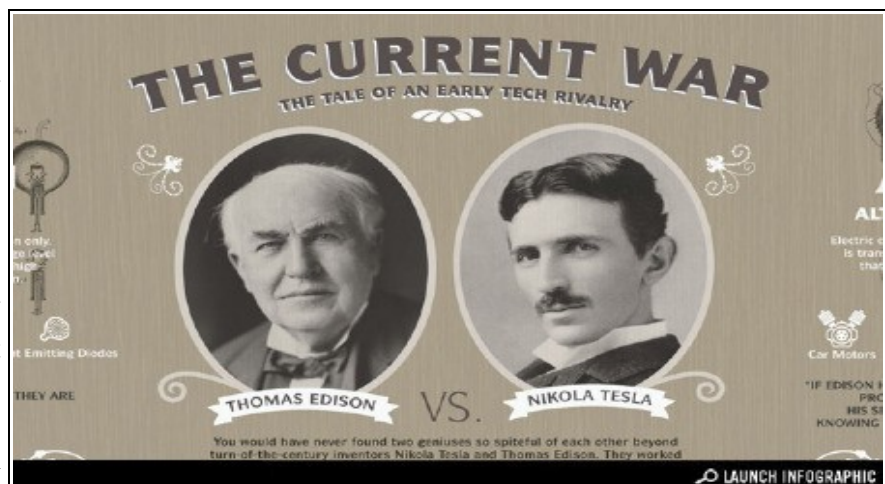
3. Biografia de Nikola Tesla

Nikola Tesla va néixer en el poble de Smiljan a la frontera militar austrohongaresa (l'actual Croàcia). Va rebre la seva educació a Graz, i posteriorment a Praga, on va estudiar enginyeria elèctrica. El 1881 viatjà a Budapest per treballar en una companyia de telègrafs nord-americana, subsidiària de Thomas Edison. L'any següent, es va traslladar a París per a treballar en una dels companyies d'Edison, on va realitzar l'aportació més gran fins aleshores: la teoria del corrent altern en l'electricitat. Això, li va permetre idear el primer motor d'inducció el 1882. El 1884 es va traslladar a Nova York, gràcies a la feina que li va oferir Edison. Un cop allà va crear la seva pròpia companyia (1886). Ateses les moltes divergències sobre l'eficiència del corrent continu amb Edison davant el corrent altern de Tesla, ambdós personatges van trencar les relacions que els unien. El 1887, Tesla, va construir el motor d'inducció de corrent altern. Un cop acabat el motor



es va veure sense mitjans econòmics per a realitzar totes els seves recerques i invencions i, buscant inversors va conèixer George Westinghouse, un científic i empresari adinerat que li va comprar les patents de les seves invencions i el va contractar per a treballar amb ell als seus laboratoris Westinghouse, on va concebre el sistema polifàsic per a desplaçar l'electricitat en llargues distàncies (el sistema que s'utilitza actualment segueix essent el mateix sistema trifàsic d'alta tensió de Tesla). Tesla volia demostrar la superioritat del Corrent Altern (CA) sobre el Corrent continu (CC) d'Edison i, així es va desenvolupar el que es coneix com la guerra dels corrents.

Edison va inventar una cadira elèctrica de CA i va electrocutar gossos, gats, cavalls i fins i tot un elefant. Va enregistrar la demostració amb quinetoscopi per a demostrar que el corrent altern era perillós i també car. Aquestes demostracions van



horroritzar l'opinió pública, però no als responsables del govern que li van encarregar la recerca sobre l'electrocució per a executar persones i poder substituir la forca.

A fi de neutralitzar aquesta iniciativa, Tesla es va exposar a una descàrrega de corrent altern (CA) que va travessar el seu cos sense causar-li cap dany. Davant d'aquesta prova, el prestigi d'Edison va ser momentàniament erosionat.



El 1893, Tesla va arribar a transmetre energia electromagnètica sense cables, construint el primer ràdio-transmissor (avançant-se a Guglielmo Marconi). Aquest mateix any, a Chicago, es va fer una exhibició pública de CA, demostrant la seva superioritat sobre el corrent continu (CC) d'Edison. Tesla va presentar la patent corresponent el 1897, dos anys després de que Marconi aconseguís la seva primera transmissió de ràdio. No obstant això, Marconi va registrar la seva patent el 10 de novembre de 1900 i va ser rebutjada per ser considerada un plagi de la patent de Tesla. Es va iniciar un litigi entre la companyia de Marconi i la de Tesla. Després de rebre el testimoni de nombrosos científics destacats, la Cort Suprema dels Estats Units d'Amèrica va fallar a favor de Tesla el 1943 tot i que la majoria dels llibres esmenten Marconi com a inventor de la ràdio.

Al final de el segle XIX, Tesla va demostrar que utilitzant una xarxa elèctrica ressonant i fent servir el que en aquell temps es coneixia com a "corrent altern d'alta freqüència" (i avui es considera de baixa freqüència), només calia un conductor per a alimentar un sistema elèctric, sense necessitat d'un altre metall ni un conductor de terra. Tesla va anomenar aquest fenomen com "transmissió d'energia elèctrica a través d'un únic cable sense retorn". Ideà i dissenyà els circuits elèctrics ressonants formats per una bobina i un condensador, claus de l'emissió i recepció d'ones radioelèctriques gràcies al fenomen de la ressonància. El que de fet creava i transmetia, eren ones electromagnètiques a partir d'alternadors d'alta freqüència. Aquest fou el seu primer intent de transmetre energia elèctrica a distància sense usar cables. El 1891 va inventar la bobina que duu el seu nom. Més endavant, a les cascades del Niàgara es va construir la primera central hidroelèctrica, que gràcies als desenvolupaments de Tesla durant el 1893, el 1896, aconseguí transmetre electricitat

a la ciutat de Buffalo (Nova York). Amb el suport financer de George Westinghouse, el corrent altern va substituir al continu. Tesla va ésser considerat des de llavors, el fundador de la indústria elèctrica.

El seu somni era transmetre gratuïtament electricitat inalàmbrica a tot el món i això va començar amb la premisa de construir la torre de Long Island, una torre gegant des de la qual transmetre informació i electricitat. Desafortunadament aquesta torre a la qual fem esment no es va poder construir ja que l'inversor de Tesla es va retirar del projecte quan va descobrir que la torre era per transmetre electricitat a les llars de tota Àmerica però que no hi havia una forma de quantificar el que gastaven i per tant no hi havia una forma de cobrar el que consumien ni de tallar el subministrament si no ho pagaven. Aleshores Tesla es va veure obligat a vendre totes les seves patents per poder sobreviure fins a una mort solitària que tingué lloc en un hotel de Nova York, amb els coloms als quals alimentava i la seva "bogeria".

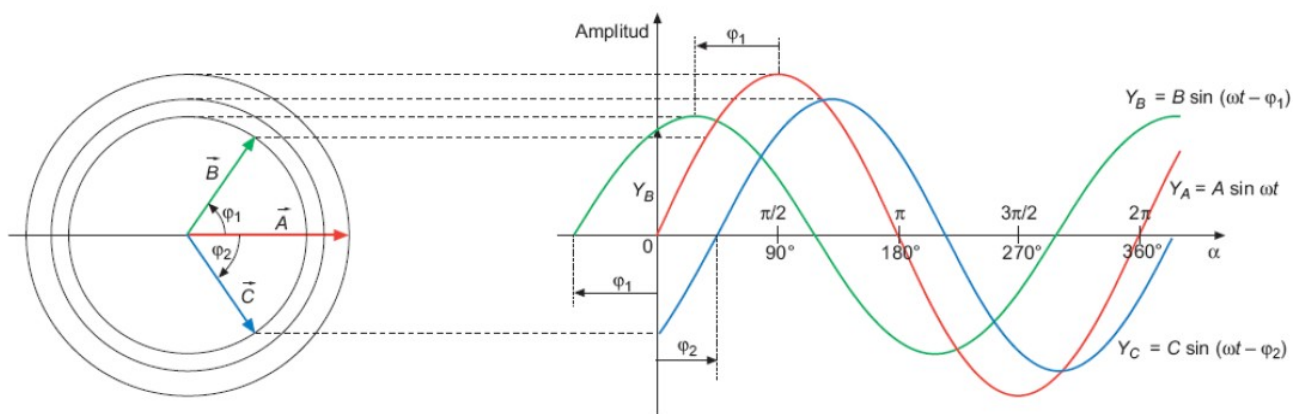


4. Funcionament i aplicacions de la bobina

La bobina funciona de la següent manera: els 12 V de corrent continu que s'obtenen del primer transformador s'alteren de manera que s'obté una ona de forma quadrada, aquesta activa el flyback o transformador d'alta tensió que carrega el condensador i fa que s'estableixi una alta tensió entre les seves plaques. El voltatge, és tan elevat que és capaç de trencar la resistència de l'aire, i fa saltar un arc voltaic entre els borns del explosor. A través de l'explosor, es descarrega el condensador a la bobina primària i estableix un corrent oscil·lant en aquesta. És a dir, es genera un camp magnètic oscil·lant. De seguida el condensador es carrega novament i repeteix el procés. L'energia magnètica que produeix el circuit s'indueix en el bobinat secundari. El bobinat secundari actua com a receptor de l'energia magnètica del bobinat primari, per efecte del electromagnetisme aquests dos bobinats oscil·len a la mateixa freqüència, entrant així en *ressonància elèctrica**. Finalment, el circuit secundari produeix ones electromagnètiques de molt alta freqüència i voltatges molt elevats. Les ones que es propaguen en el mitjà ionitzen les molècules de l'aire, convertint-ho en transmissor de corrent elèctric.

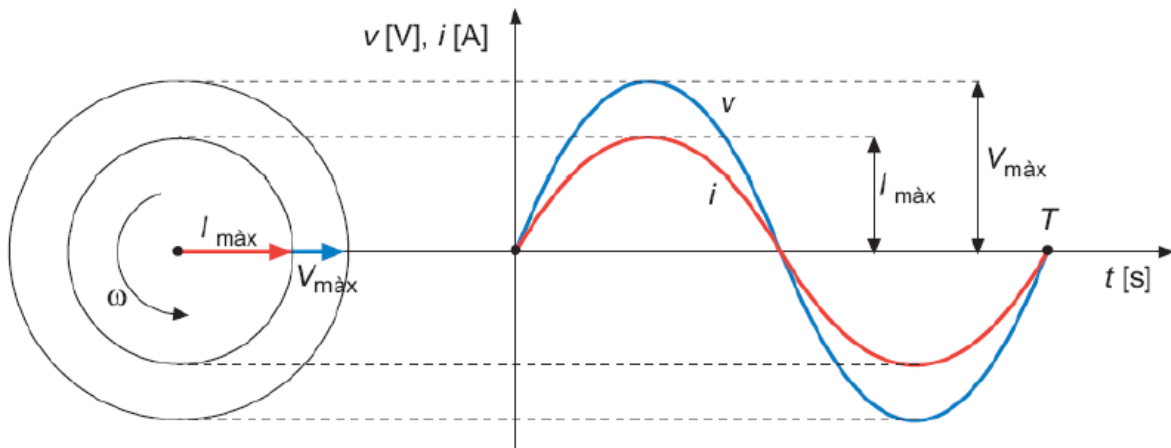
*La *ressonància elèctrica*, consisteix en l'anul·lació en un circuit de corrent altern de les reactàncies capacitives i inductives mitjançant d'utilització d'una freqüència que iguali aquestes reactàncies de signe oposat i, per tant s'anul·lin.

La conseqüència de la ressonància elèctrica és que el corrent no té cap desfasament entre el voltatge i la intensitat; i per tant, tenen el mateix cicle sinusoidal.



En el gràfic anterior podem veure representades tres tensions. Entre elles hi ha un desfasament (diferència de posició) de 60 graus aproximadament com es veu representat en el diagrama vectorial, en forma sinusoidal que es representa com es veu a la dreta.

En el cas d'una bobina Tesla, podríem estar parlant de diferents components reactius (bobines + i condensadors -) que fan que la tensió estigui desfasada envers l'intensitat i per tant el circuit tingui una impedància més elevada (resistència més elevada), per tant si trobéssim una freqüència adequada on el circuit ressonés, la gràfica quedaria així.



La formula per al càlcul de la freqüència de ressonància es:

$$FR = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{LC}}$$

On L es la inductància de les bobines del circuit en H (Henrys) i C es la capacitància dels condensadors del circuit en F (Farads).

Queda clar que la ressonància elèctrica en una bobina Tesla és crucial perquè els elements com ara les bobines i els condensadors puguin funcionar amb el màxim rendiment possible. Un cop tenim la bobina ressonant a la freqüència adequada, les probabilitats d'èxit augmenten exponencialment.

Per últim, i si la bobina funciona, es poden apreciar efectes visibles com ara arcs voltaics que són electricitat ionitzada. Pel que fa els efectes invisibles es crea un camp electromagnètic que es transmet per l'aire i que pot alimentar qualsevol receptor elèctric.

Un cop sabem com funciona la bobina tesla explicarem alguna de les seves aplicacions.

La Bobina Tesla es utilitzada com a instrument futurístic en moltes fires de tecnologia però la veritat es que ningú encara no li ha trobat una funció fixe; una aplicació per el dia a dia que pugui ajudar a les persones. Tot i que es impressionant veure-la en funcionament i admirar l'efecte que crea.

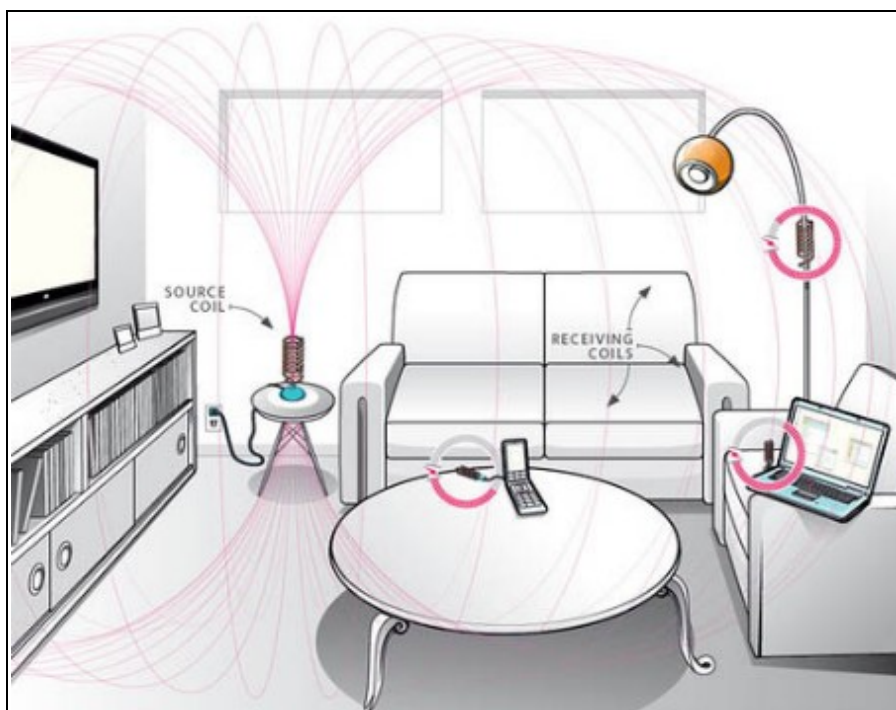
Des del meu punt de vista, estic força segur que en àmbit de transmissió d'energia es podria aconseguir que aquesta tingués alguna aplicació, ja que com va idear tesla la seva bobina connectada correctament va arribar a transmetre electricitat fins a més de 40km de distància.



Científics Americans estan estudiant sobre el tema i ja s'han ideat diverses maneres de crear una alimentació sense cables en habitacions, o fins i tot edificis sencers. La idea es remonta a Tesla, i es basa en la creació d'un camp magnètic amb una bobina principal (que seria la única cosa de la casa o l'edifici que estaria connectada). Llavors la bobina emissora emet el camp magnètic i les altres bobines receptores entren en ressonància amb el corrent induït en aquesta llavors transmeten aquest corrent al aparell (depèn del corrent que s'hagi de utilitzar per als diferents electrodomèstics la bobina receptora serà de una mida o una altre).

El problema és que l'emissió d'ones electromagnètiques massa potents, destrueix en gran part els circuits que funcionen amb transistors. Per tant, s'hauria de trobar un aïllant magnètic per envoltar els circuits trastonitzats, i també s'hauria de veure com afecta al nostre cos viure amb un camp magnètic constant, ja que hi ha estudis que lliguen un excès d'exposició a la radiació electromagnètica al desenvolupament de càncer.

En conclusió podem dir que no és un camí fàcil el de la electricitat sense fils però sens dubte seria una gran millora de la qualitat de vida i si es pogués transmetre electricitat sense fils a ciutats senceres: els cotxes elèctrics podrien funcionar perfectament sense haver de carregar bateries, seria pràcticament dir adéu als motors de combustió interna i a tota la pol·lució que produeixen i el CO2 que envien a la atmosfera.



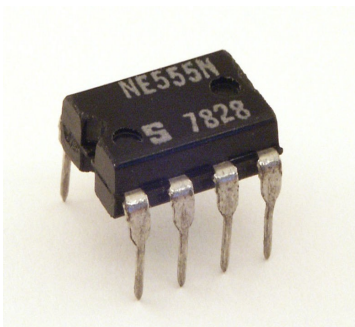
5. Tecnologia emprada

La tecnologia que utilitzarem en aquest projecte serà:

7805: és un limitador de tensió que ens passarà els 12 V inicials a 5 V per el circuit del oscil·lador.



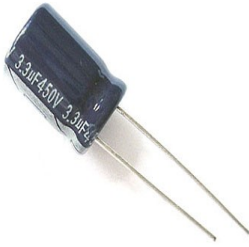
Ne555: és un dispositiu que amb la correcta connexió dels elements, el convertirem en un alternador o generador de freqüència quadrada.



Resistències: la seva funció és oposar-se al pas del corrent (utilitzaré resistències fixes i variables com els potenciòmetres o reòstats).



Condensadors: es basen en dues peces metàl·liques separades per un dielèctric o aïllant. Aquest emmagatzema càrregues positives en una de les làmines metàl·liques i negatives a l'altra. Un cop carregat estarà llest per ser descarregat.



2n3442: aquest component és un transistor que ens farà la funció d'interruptor elèctric i activarà el flyback o transformador elevador.



Flyback o transformador elevador: s'utilitza per elevar el voltatge. En aquest cas, també s'utilitzarà per separar el circuit en una part de tensió baixa i una altre d'alta tensió.



AWG 24 esmaltat: és un cable de 0,511 mm de diàmetre nominal, que utilitzaré per al bobinat secundari .

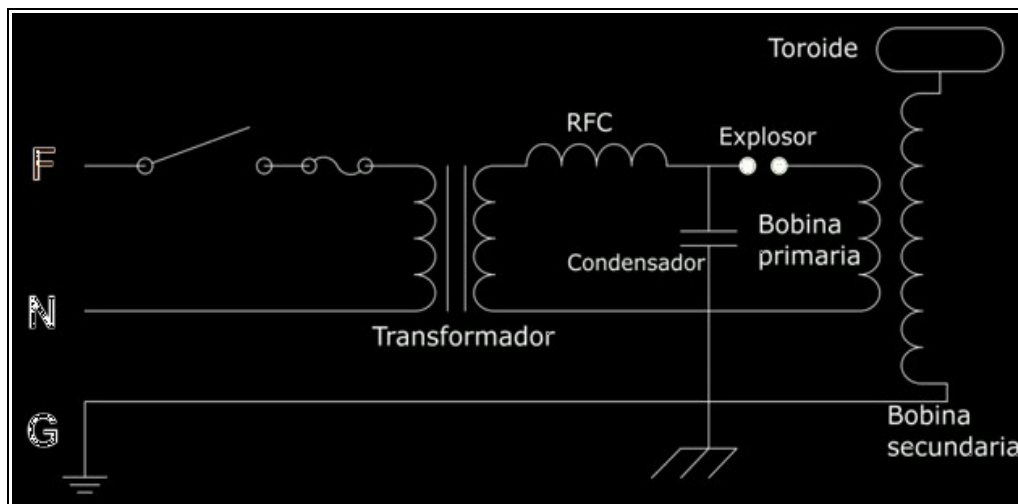


6.Procediment del treball

6.1.Disseny sobre pla

Per al disseny sobre pla de la bobina, hem de conèixer quines diferents menes de bobines existeixen i mirar quines són les més adequades a les meves necessitats.

Per exemple, un esquema bàsic d'una bobina Tesla podria ser el següent:

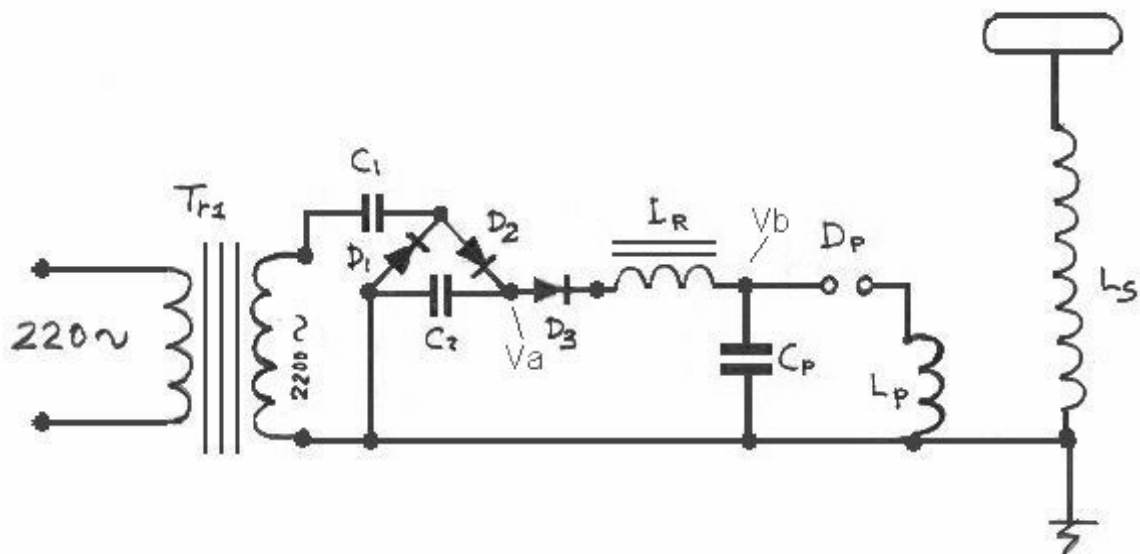


Aquest esquema ens mostra que realment no necessitem gaires coses per construir una bobina. Ara bé, si aprofundim en aquest disseny veurem que ens obliga a estar treballant a una alta tensió perquè es produeixi l'efecte de la ressonància, és a dir, perquè la bobina funcioni.

Buscant en diferents pàgines web he observat que aquestes són el tipus de bobines que tenen un voltatge final aproximat de 1MV a 10MV, depèn dels components, és a dir més de un milió de volts, per tant, perilloses i no s'adeqüen al perfil que estic buscant ja que, com ha establert el meu tutor de recerca, no es durà a terme una construcció de la bobina Tesla que no sigui de baixa tensió. El que es pot apreciar també en aquest esquema, es que hi ha un component anomenat RFC. Aquest component es tracta de una solenoide o bobina de unes 50 espises que tenen la funció de mantenir una impedància elevada a altes freqüències i així facilitar el fenomen de la ressonància. Tot i que aquest esquema es del tipus de bobines tant impressionants amb arcs voltaics de més de 10 cm no el duré a terme ja que es necessita treballar a alts voltatges.

Conclusió: **DESCARTAT.**

Un altre esquema de bobina Tesla podria ésser:



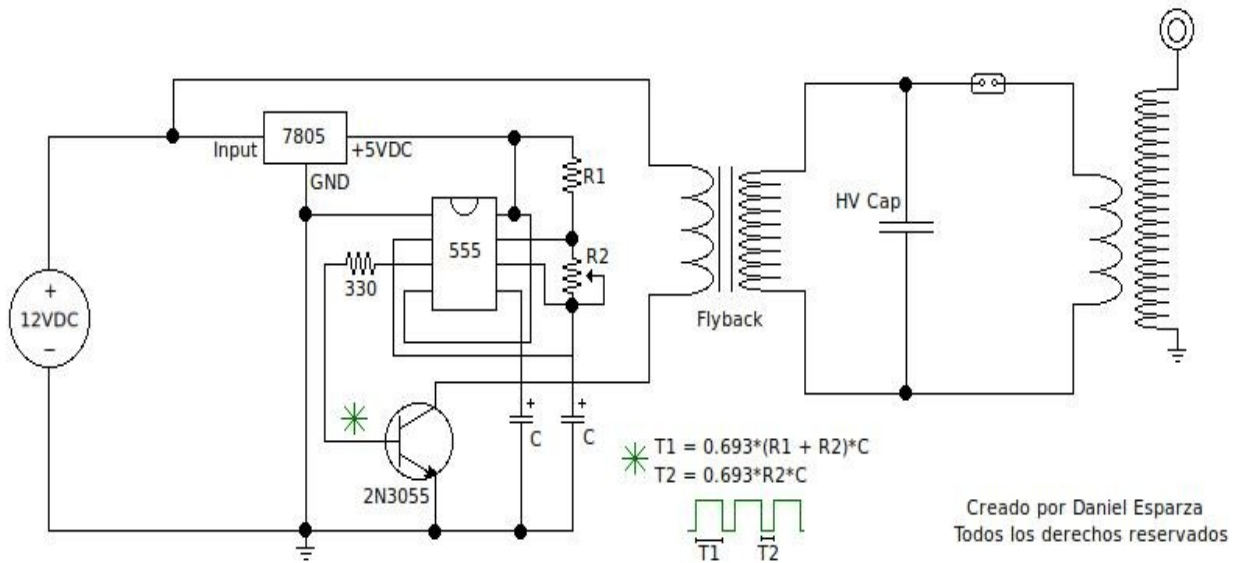
En aquest circuit podem observar que tenim un transformador elevador al principi, que ens eleva els 220/230 V de la xarxa domiciliària a 2200 V. Just després observem una no gaire complicada connexió en triangle de dos díodes i un condensador que a part és un multiplicador de tensió seguit de un tercer díode que és un rectificador per deixar el més pla la senyal de corrent.

Després, tot el que hi apareix és el mateix que a l'esquema anterior, excepte que en el esquema anterior només hi havia un RFC i en aquest n'hi ha un però amb el nucli de algun material fèrric, la qual cosa significa que es necessita una molt més alta impedància en aquest circuit ja que el voltatge al que es treballa és molt més elevat que a l'anterior.

A part hi ha una tercera cosa del circuit que em crida l'atenció, el bobinat primari està connectat amb el bobinat secundari, cosa totalment anormal fins ara en les bobines Tesla ja que sempre en el bobinat secundari el corrent que hi apareix és induït per el camp magnètic del bobinat primari cosa que no arribo a entendre i em desconcerta. Està clar que és diferent que l'altre esquema, i com que encara dóna una tensió de sortida molt més elevada, la gran majoria dels components necessaris per dur a terme aquest esquema s'haurien de comprar (ja que han de aguantar un elevat voltatge i en el taller de l'institut no en tenim) i la cosa que els 2 bobinats estiguin connectats entre ells em desconcerta, no duré a terme aquest esquema.

Conclusió: **DESCARTAT.**

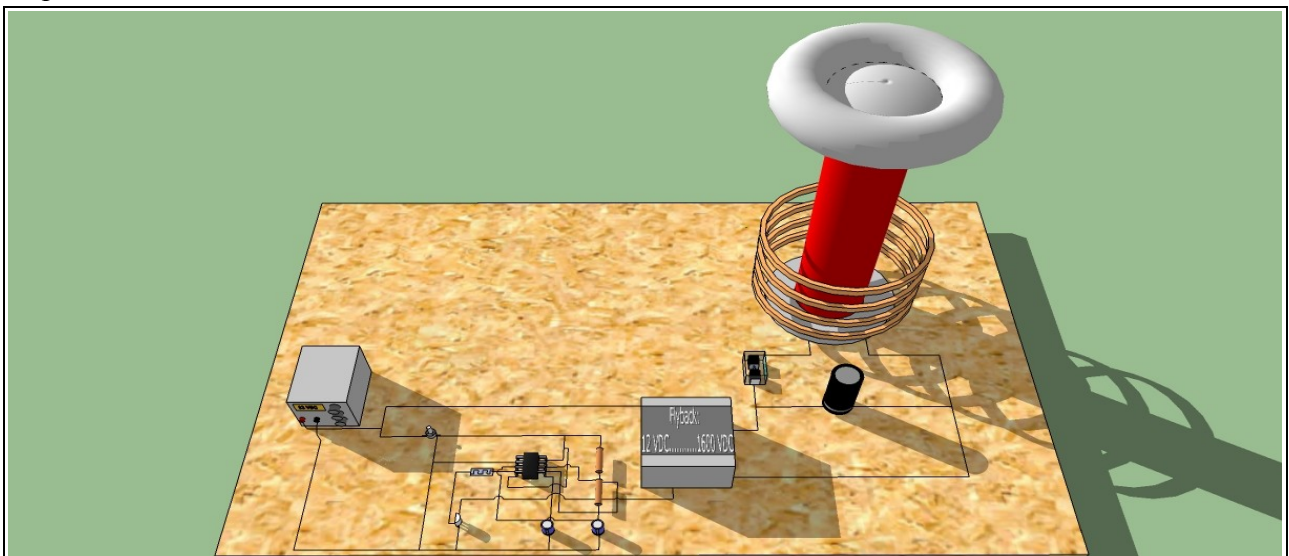
Aquest és potser l'esquema que més s'adequa a les meves necessitats:



Aquest seria l'esquema perfecte, ja que divideix la bobina en dues seccions: la de baixa tensió (on la majoria de components són al taller) i la d'alta tensió (on hi ha les poques coses que són perilloses del circuit) i, a part, que s'han de obtenir. Aquestes són el Flyback o transformador elevador i el Condensador d'alt voltatge. El primer, que ens porti una tensió de sortida de 1,6 kV i el segon, que l'aguanti. Ambdues coses es poden trobar en un televisor antic o una pantalla d'ordinador vella que segur que n'hi ha a la deixalleria.

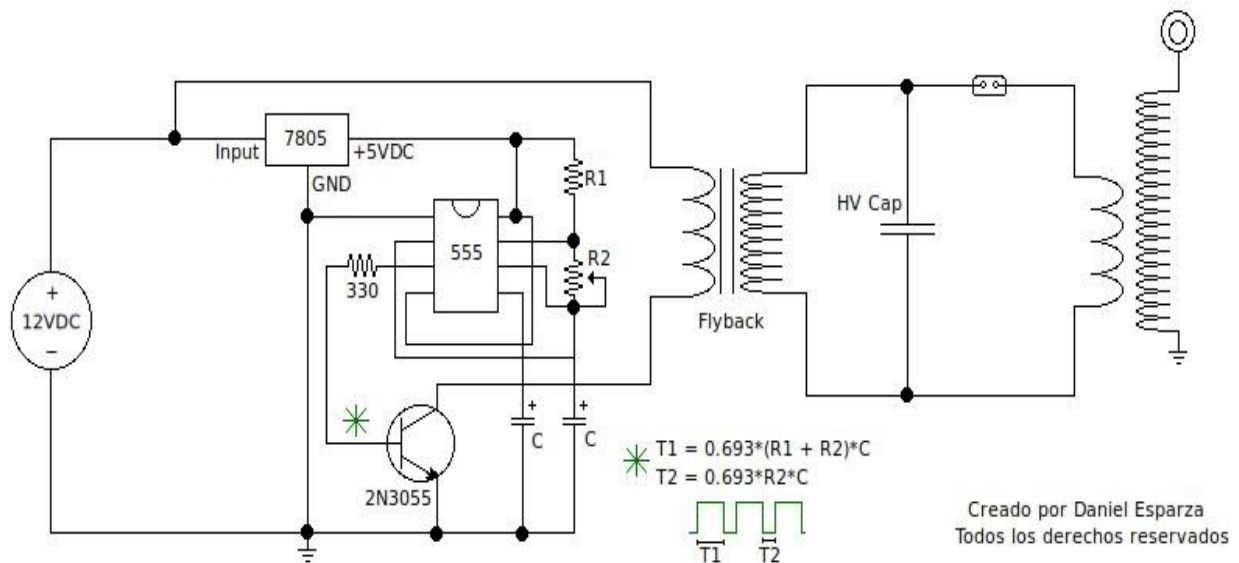
El problema principal d'aquest esquema és que té "drets d'autor", per tant, en principi quedaria descartat, però per bona sort i, després de molta recerca vaig trobar un correu electrònic que pertany al creador d'aquest esquema (Daniel Esparza); li vaig formular la pregunta de si podria ser possible utilitzar el seu esquema i adjuntar unes preguntes sobre la construcció de la bobina. Ell, amablement, em va cedir els drets de l'esquema i em va donar tota la informació que li vaig demanar. Conclusió: **ACEPTAT**.

Esquema físic 3D de la bobina



6.1.1 Circuit de baixa tensió

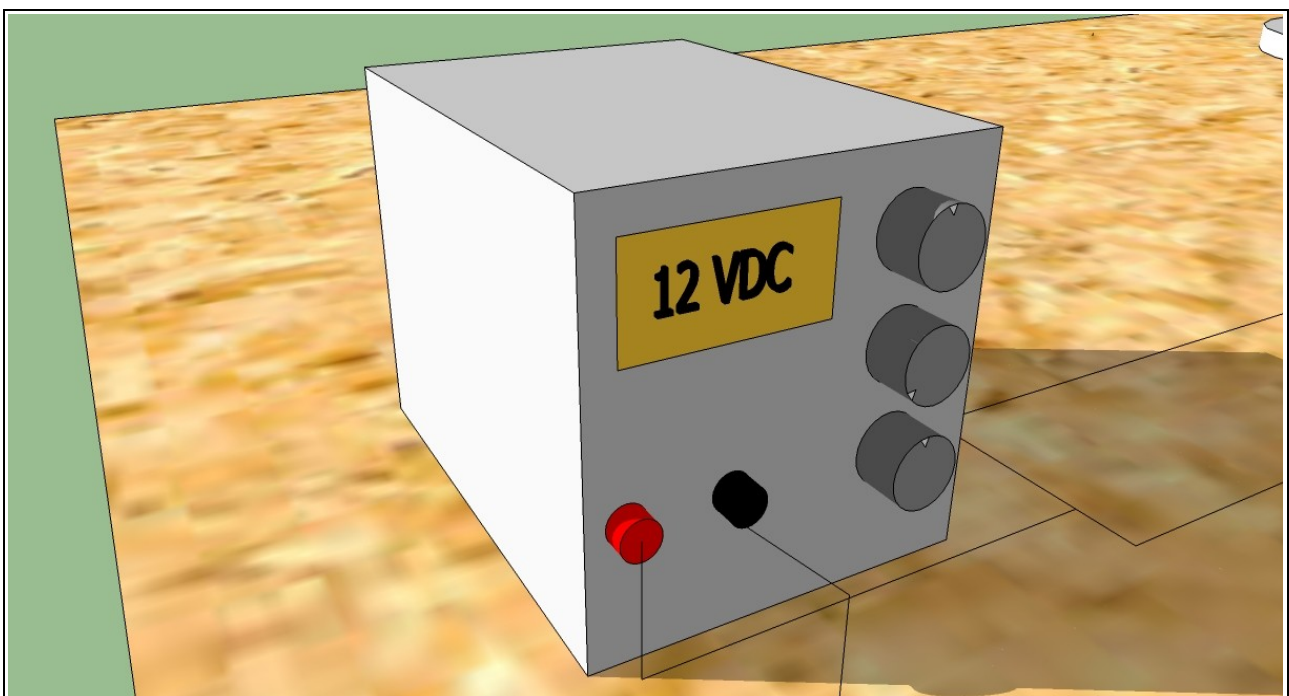
Per al circuit de baixa tensió utilitzarem la primera mitja part del circuit.



Ara descriuré les diferents parts del circuit de baixa tensió.

El corrent d'alimentació:

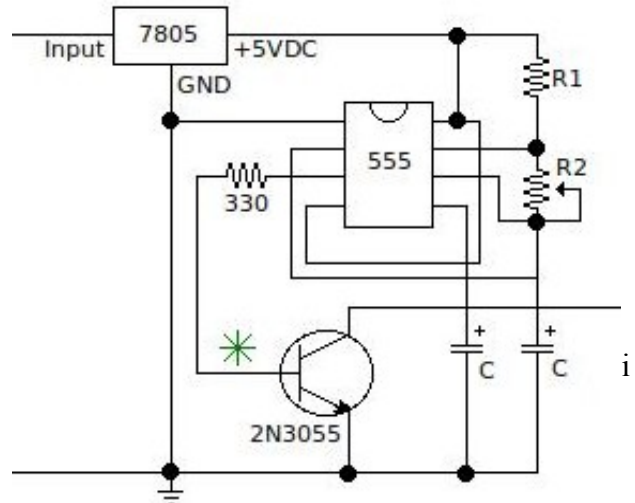
Aquest corrent no fa falta que tingui un gran valor ni un alt voltatge ja que amb un senzill voltatge de 12 VDC i un amperatge de 300 mA, té la suficient potència per experimentar amb l'electricitat sense fils. Com es pot observar en l'esquema físic utilitzaré una font d'alimentació que, connectada a la xarxa elèctrica, generi a través d'una sèrie de transformadors, 12VDC, que és el corrent necessari per a fer funcionar correctament el circuit de baixa tensió i el flyback.



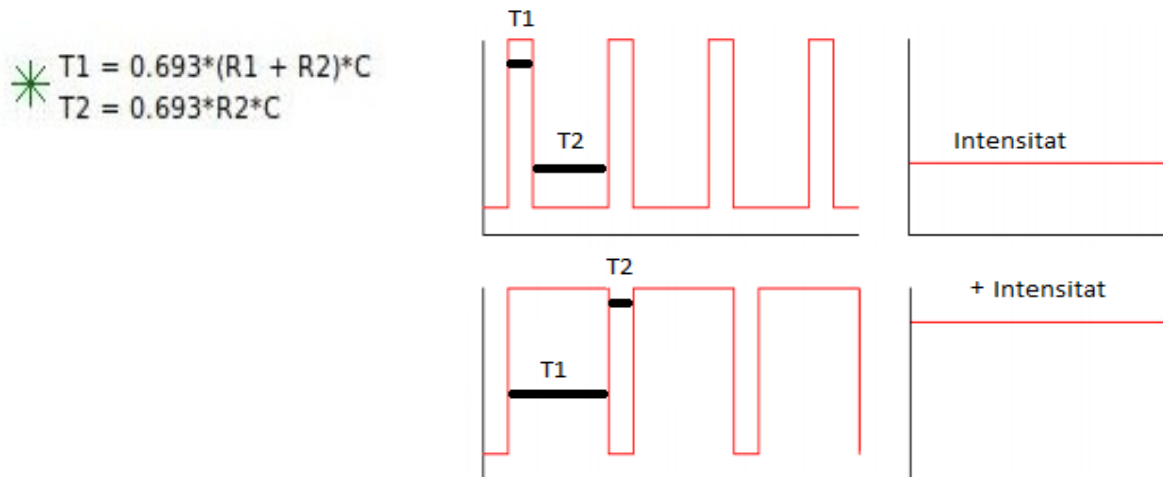
L'Oscil·lador:

L'oscil·lador és una part del circuit que dóna una freqüència al CC del corrent d'alimentació. L'oscil·lador consta d'un circuit integrat LM555 que redistribueix el corrent de tal manera que genera una freqüència.

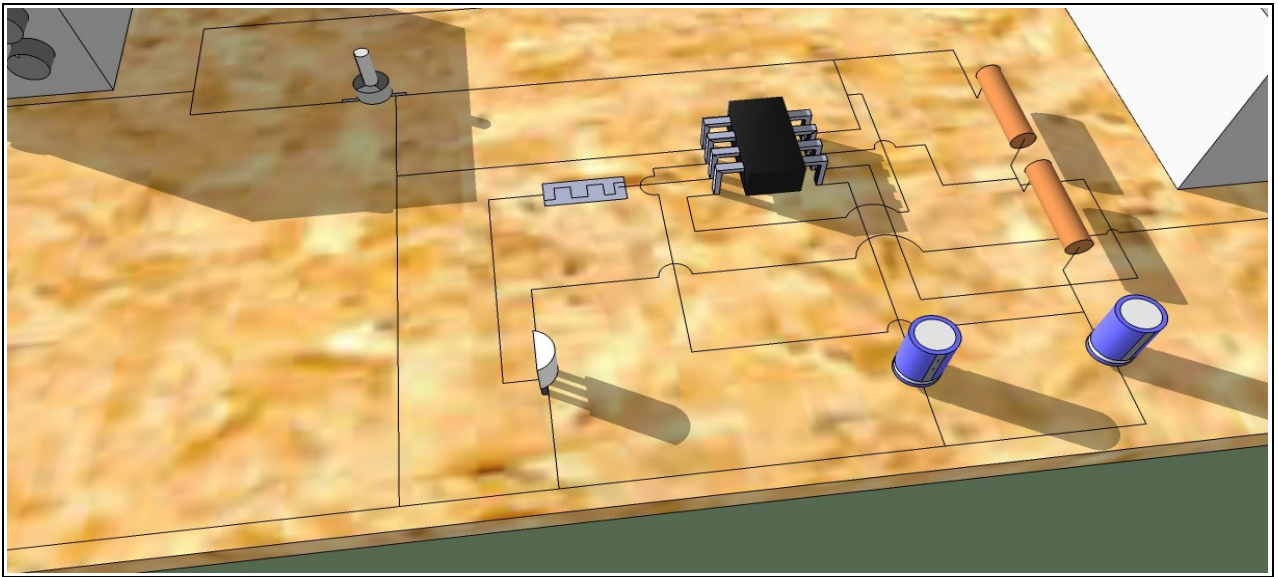
El primer que trobem a l'oscil·lador és un limitador de tensió que redueix la tensió inicial a 5 VDC. Com es veu a l'esquema, la cinquena pota del 555 va directament a un transistor que funciona com un interruptor elèctric que deixa que passi el corrent i l'atura, de tal manera que en el flyback hi passa un corrent altern del tipus quadrat que controlem gràcies a aquestes formules. ($R1=150$ ohms $R2=$ potenciòmetre 10 kohms $C=1$ uF)



$R2$ equival a un potenciòmetre per poder ajustar la freqüència d'ona que arriba al transformador o flyback i, així, trobar la freqüència de ressonància.

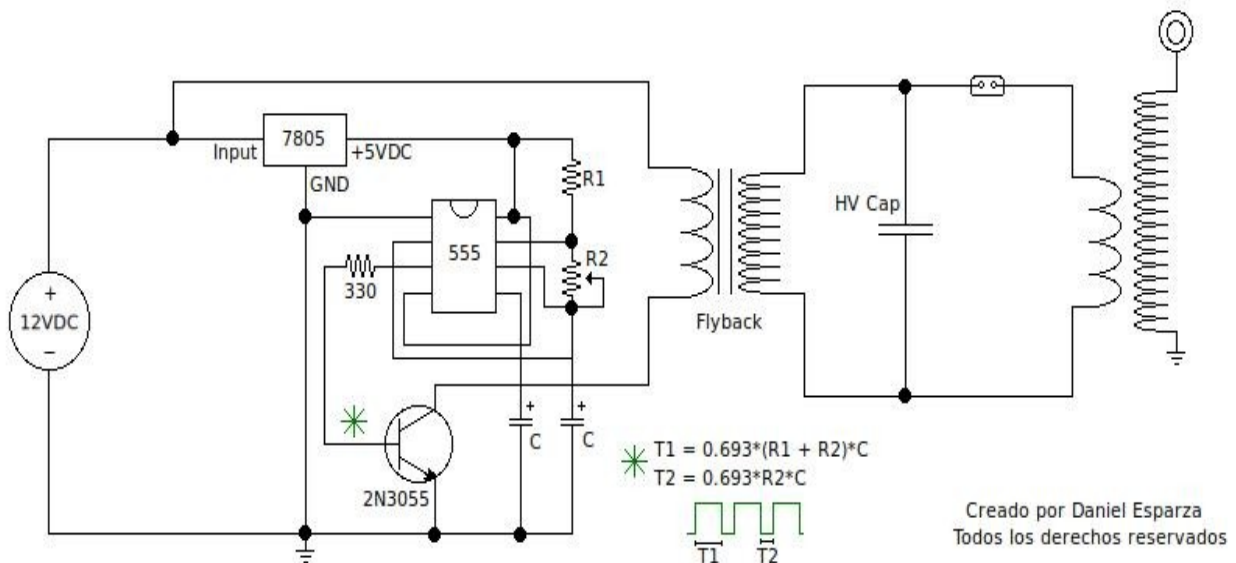


He pogut observar algunes bobines en que s'utilitza un sistema generador de freqüència variable mitjançant automates programables (xips que permeten amb una programació previa el canvi continu de la freqüència del corrent) fent així que cada cop es pugui ionitzar un corrent a una freqüència diferent, cosa que fa que el raig que surt soni de diferents maneres, fins al punt que pots utilitzar les diferents freqüències com a notes musicals per poder reproduir cançons senceres.



6.1.2 Circuit d'alta tensió

Per al circuit d'alta tensió utilitzaré la segona part de l'esquema, a partir del flyback.

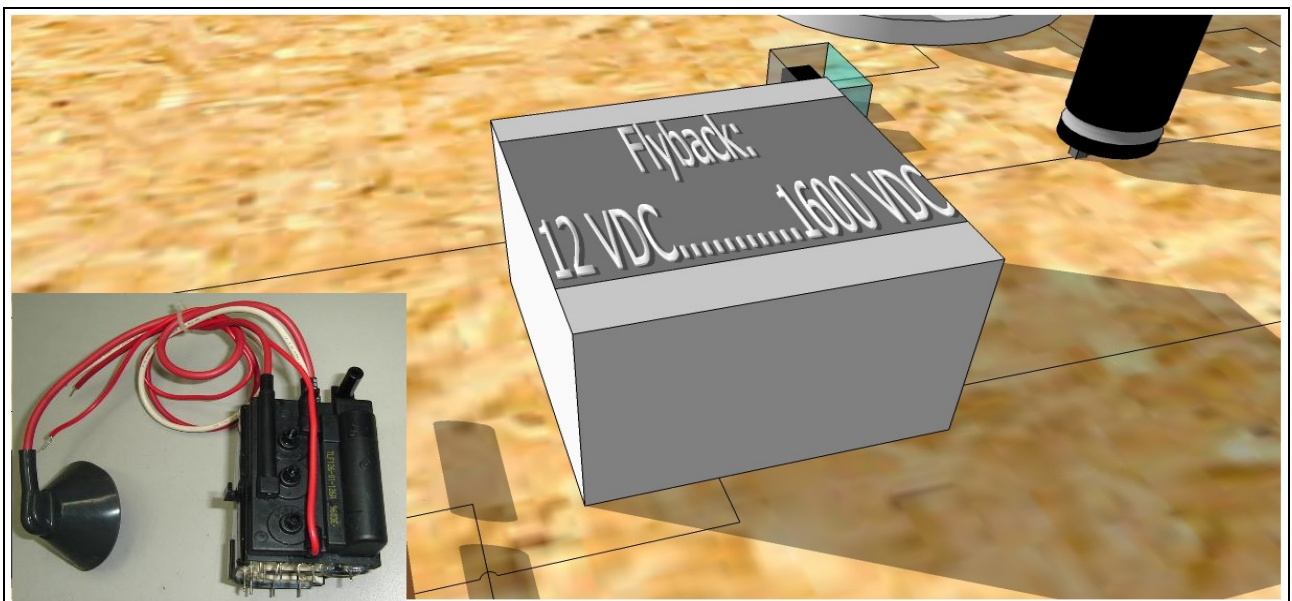


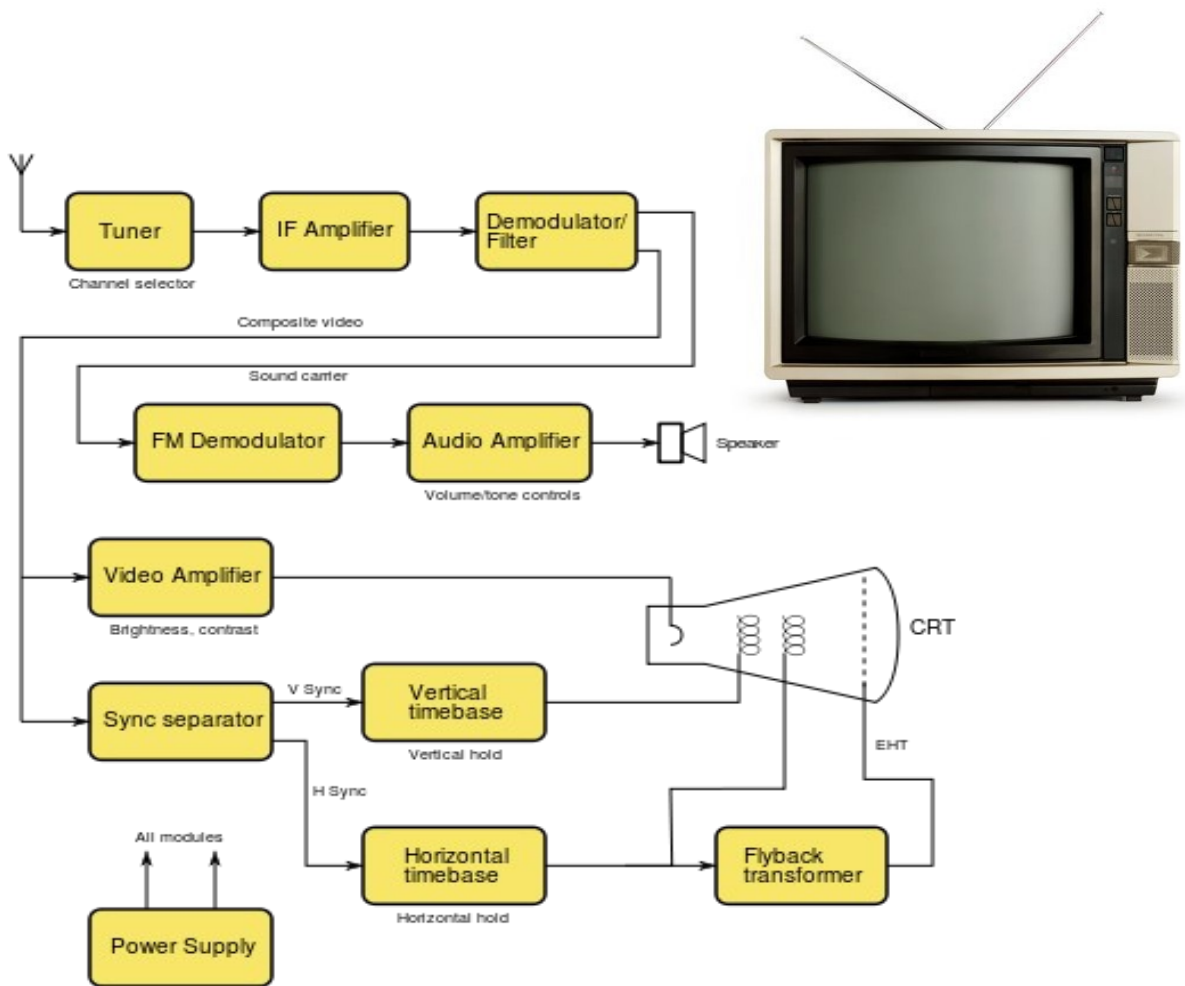
Ara descriuré les diferents parts del circuit d'alta tensió.

El Flyback o transformador elevador:

Un flyback és un transformador elevador que genera una tensió CC d'alt voltatge. El mínim necessari per trencar la resistència de l'aire sec a mig mil·límetre de distància de l'explosor és de 1600V.

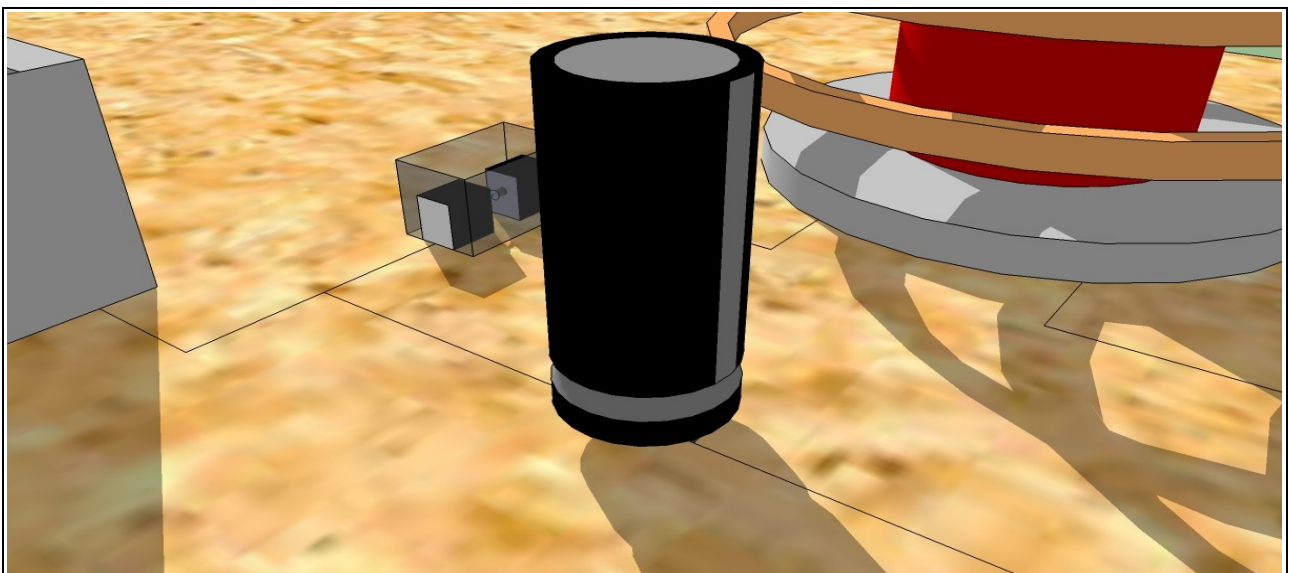
El podem trobar en monitors d'ordinadors i televisions antigues.





Condensador d'alt voltatge:

Per completar el circuit falten dues coses; l'explosor i el condensador d'alt voltatge. El condensador es carrega i descarrega a través de l'explosor, generant un camp magnètic variable en el bobinat primari que s'indueïx en el secundari, a més de crear un desfasament en el corrent de l'explosor. Per estar segurs que l'aguantarà, la tensió ha de poder aguantar més del doble de la tensió nominal a la que estarà sotmès.

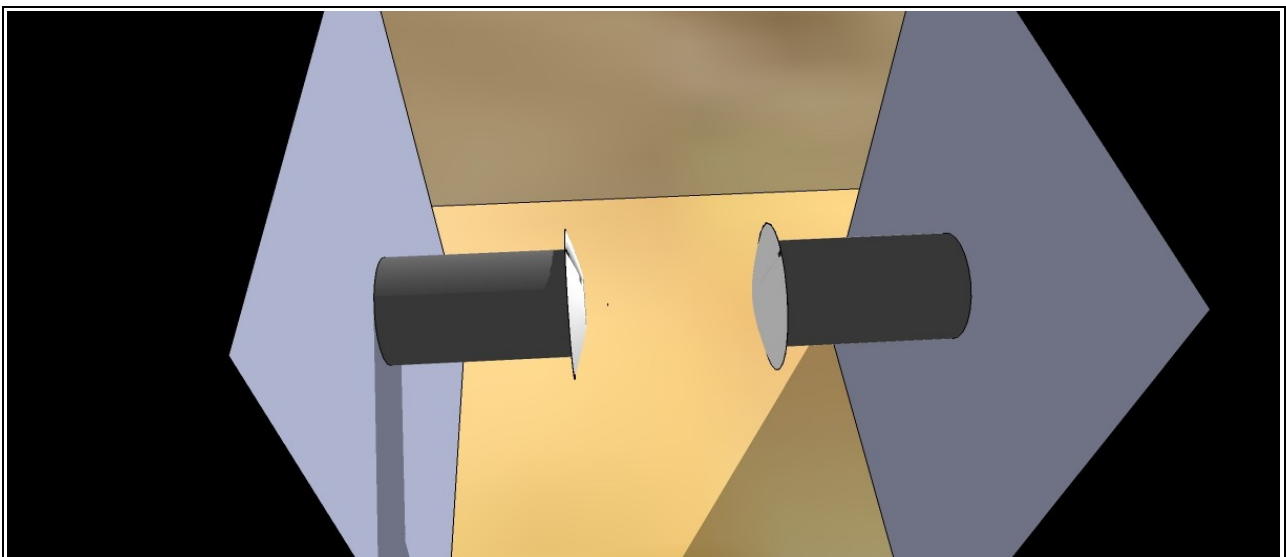
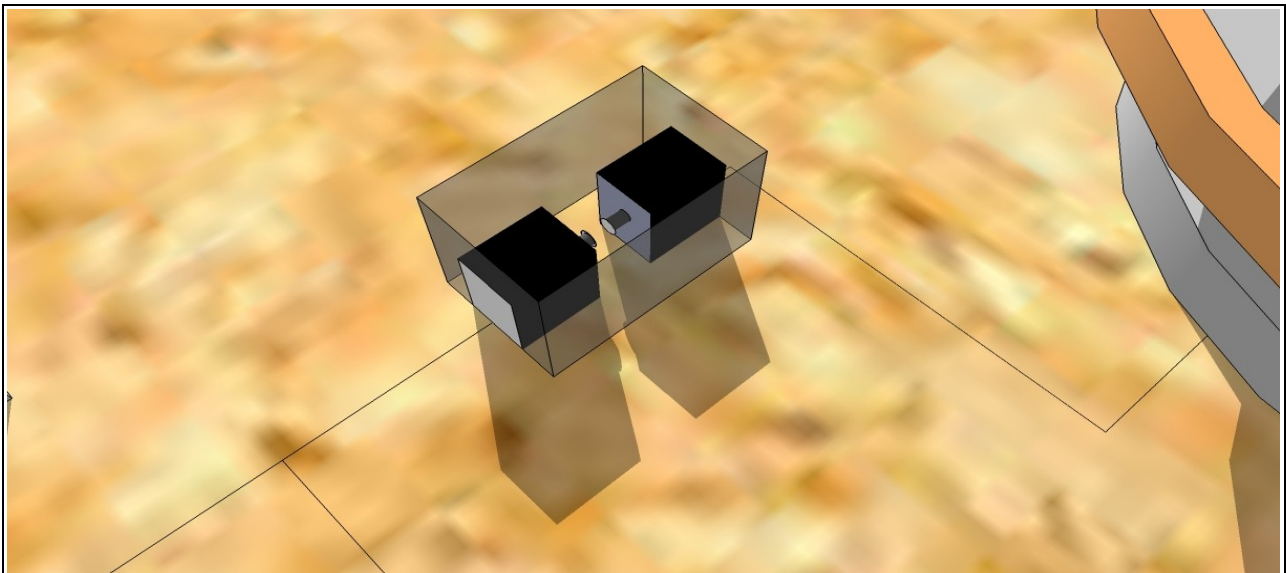


Els condensadors d'alt voltatge els podem trobar a Internet, de la mà de diferents fabricants o a les mateixes pantalles d'ordinadors o pantalles de televisió analògiques en les que podem trobar el flyback, generalment com més voltatge poden aguantar els condensadors menys capacítància tenen.

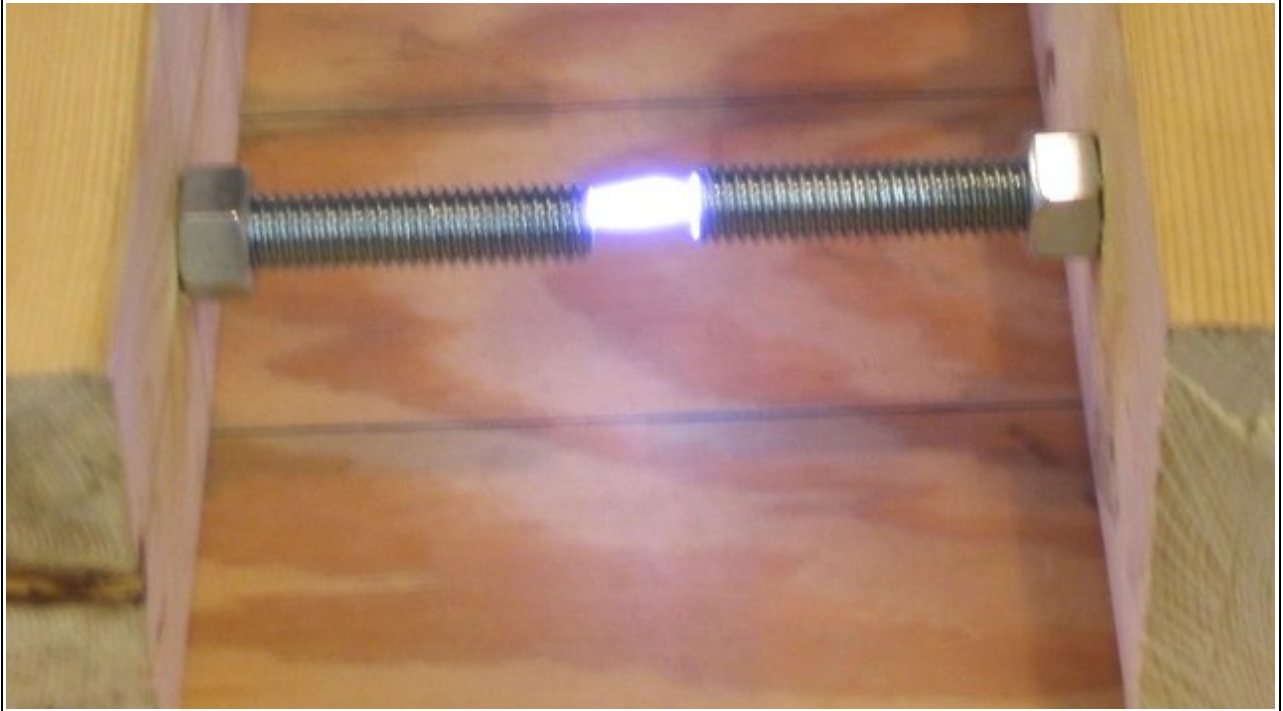


Explosor:

L'explosor està format per dos cargols separats per una distància (mig mil·límetre en el meu cas) . La seva funció és descarregar el condensador, així es genera un arc voltaic que trenca la resistència de l'aire. És la part més important de la bobina Tesla i, és en aquesta part, en la que recau el funcionament de la bobina.



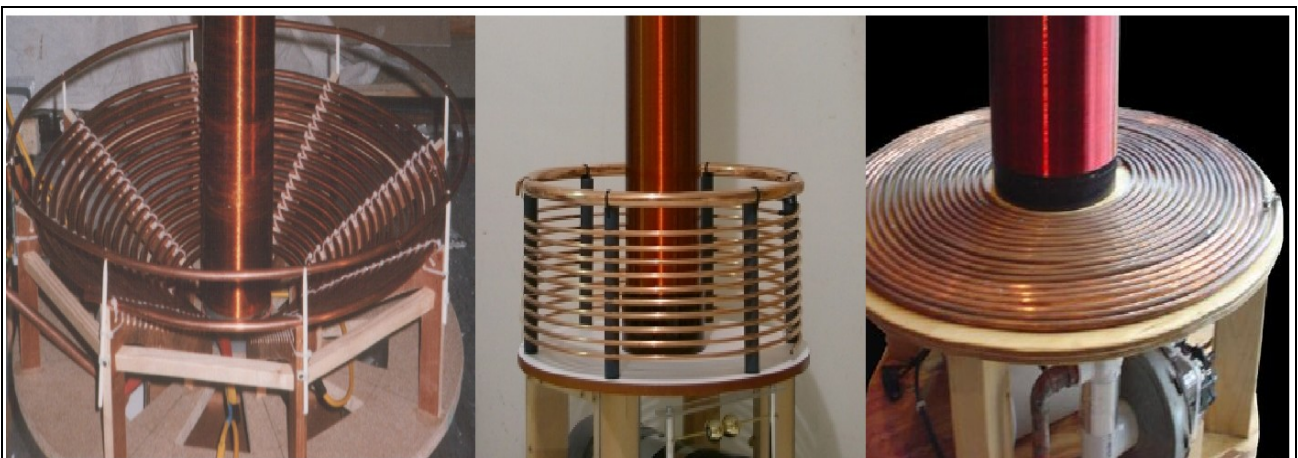
La imatge següent és un exemple d'un explosor funcionant.



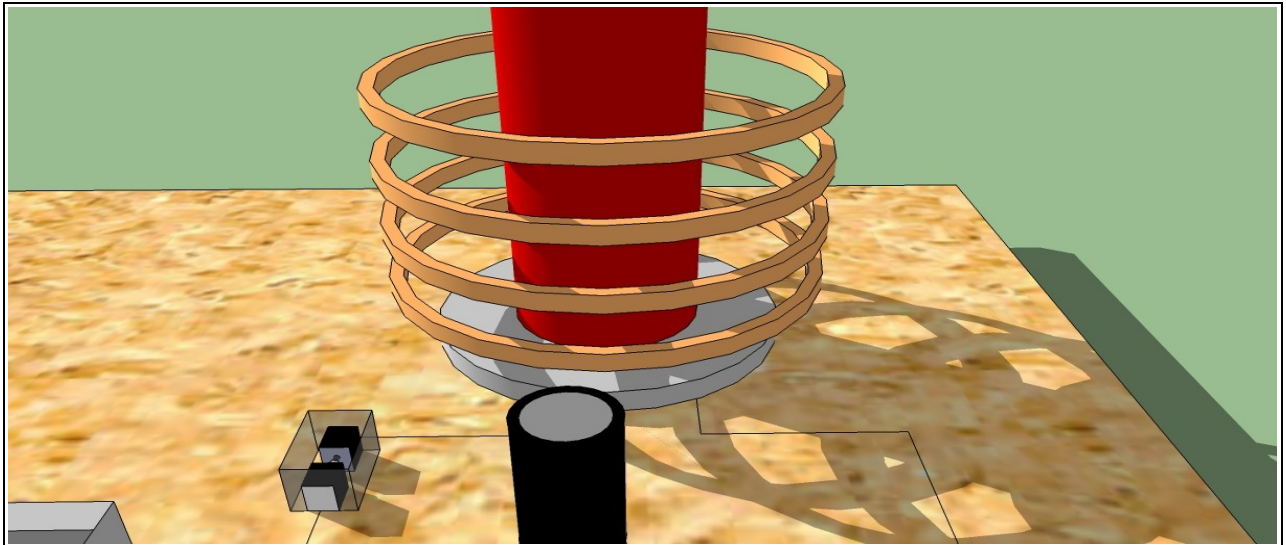
Bobinat primari i secundari i toroide:

Només falta el bobinat primari, que consta de cinc voltes de fil de coure al voltant del bobinat secundari, que transmeten, per efecte de l'electromagnetisme, la tensió del primer bobinat al secundari. El bobinat secundari, són 30 cm de cable AWG24 que transforma el camp magnètic variable en una tensió que depèn del nombre de voltes i del diàmetre d'aquest. Aquest bobinat secundari està connectat a la toroide, que és el pas final de la bobina i, on és el camp elèctric i on tenen l'origen els arcs voltaics.

Hi ha diferents tipus de bobinats primaris: cònics, cilíndrics i plans.

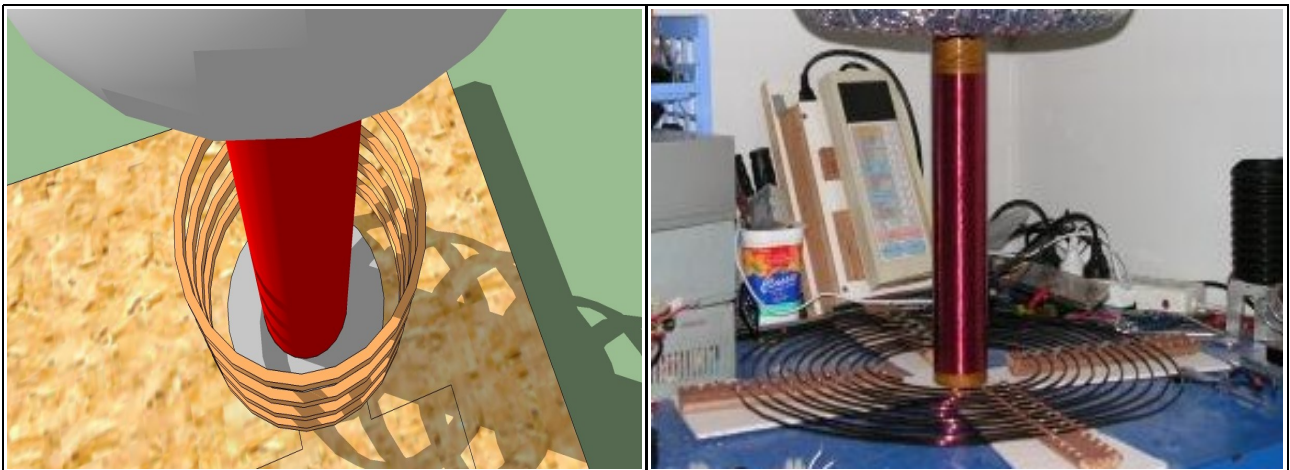


Jo utilitzaré del tipus cilíndric, ja que a baixes tensions permet una major inducció.

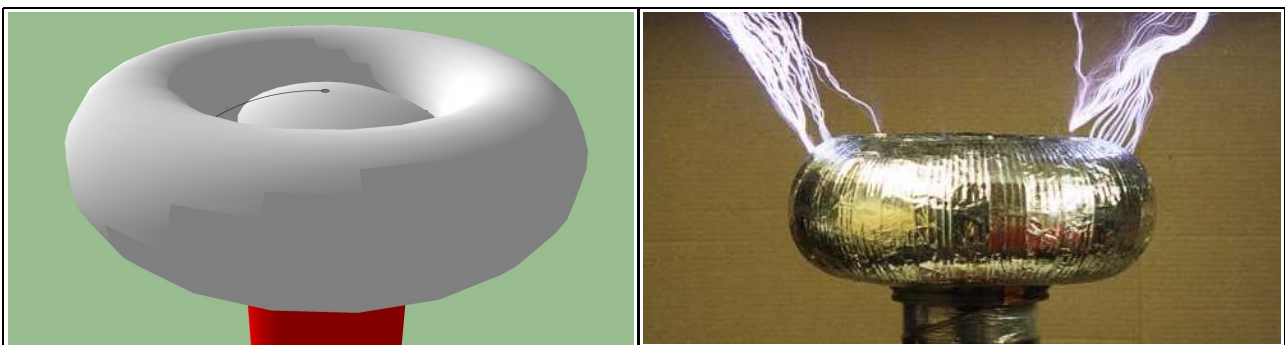


Bobinat secundari:

El bobinat secundari farà la mateixa funció de la bobina ja que el bobinat secundari d'un transformador actua com a receptor de la energia magnètica i la transforma en energia elèctrica



Toroide: És la part de dalt del bobinat secundari, i es tracta de un tub corrugat en forma semiovalada. La seva funció es millorar l'emissió de les ones electromagnètiques, es una espècie d'antena. A part també funciona com un element que augmenta la capacítancia del bobinat secundari



6.1.3 Tria de la millor manera de muntatge

Per el muntatge de la bobina utilitzaré una placa de prototips (ariston repro) sobre la qual muntaré el circuit de l'oscil·lador, si hi ha temps, el passaré a circuit imprès.

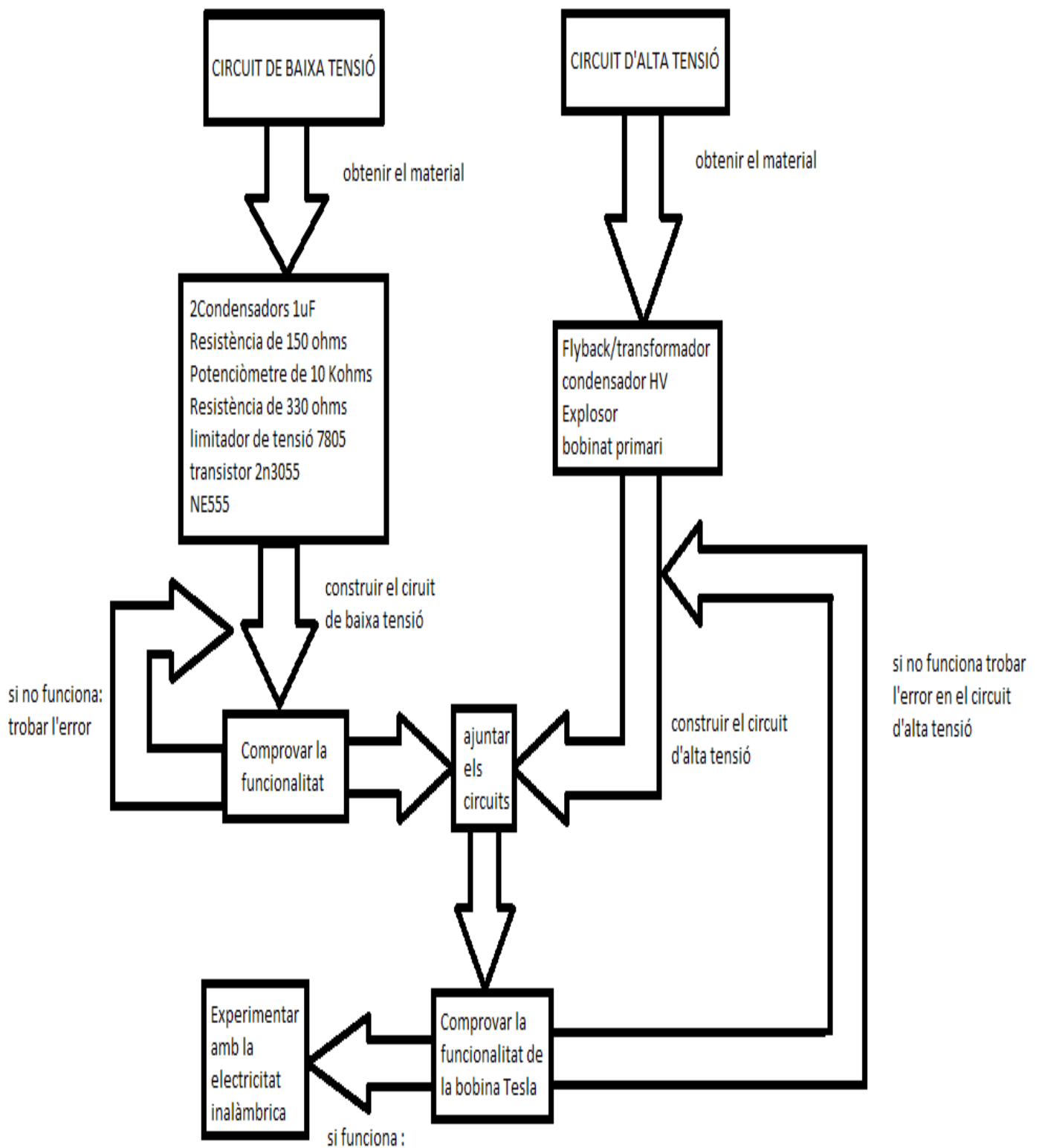
La font d'alimentació serà una font de la casa promax, concretament, promax power supply fac-307b.

Un cop aclarit els components elèctrics que necessito per a la construcció de la bobina, i els elements que serviran com a suport, protecció... (fusta, plàstic, metalls...), primer muntaré el circuit de l'oscil·lador, un cop fet, comprovaré mitjançant un oscil·loscopi, si genera una freqüència d'ona quadrada. Si funciona, continuaré amb la part més delicada. Connectaré el transformador o flyback al condensador d'alt voltatge i, prepararé els bobinats primari i secundari. Un cop el circuit de baixa tensió i el d'alta estiguin llestos, els connectaré entre ells i observaré la reacció al "spark gap", és a dir, a l'explosor. Si aquest funciona, és a dir, es produeix un arc voltaic entre els dos borns de l'explosor, es pot deduir que la bobina funciona i provar l'efecte del camp elèctric. Si en cas contrari no funcionés, s'hauria de tornar a fer tot el procés i, segurament, trobar un transformador més potent o un condensador amb més capacitat.

Un cop la Bobina sigui completa i funcional, es podran realitzar una sèrie d'experiments amb aquesta; indagant una mica en aquest món de la energia sense fils, i provant-la de primera mà.

El primer experiment a dur a terme seria acostar un tornavís correctament aïllat a la toroide per a veure com en surt un raig directe d'aquesta al tornavís. El segon experiment que duria a terme es acostar una bombeta halògena a la toroide, però sense acostar-la tant que surti un raig, i després acostar-la fins que hi surtis el raig directe a la bombeta. Un cop dut a terme l'experiment amb la bombeta halògena, duré a terme el mateix experiment però amb un fluorescent, primer s'acosta per veure si s'engega i després s'acosta fins al punt que salti el raig. Per últim faré un suport per a les bombetes i acostaré una bombeta de filament a la toroide. Si tot surt com cal, un raig ha de sortir per el filament cap el vidre. De fet fins i tot si s'acosta una massa de coure a prop del vidre ha de saltar un raig que traspassi el vidre, i si s'acosta el dit succeirà el mateix, però no es produirà cap descàrrega mortal ni molt menys, ja que el que passarà es un fenomen anomenat trencament del dialèctric, i segons els càlculs la intensitat del raig serà de menys de 8 micro Ampers molt menys del que caldria per que el nostre cos ho notés.

Per tant, i per estar segurs dels materials i del procediment que utilitzaré, he elaborat un algoritme que he representat en el següent diagrama de flux.

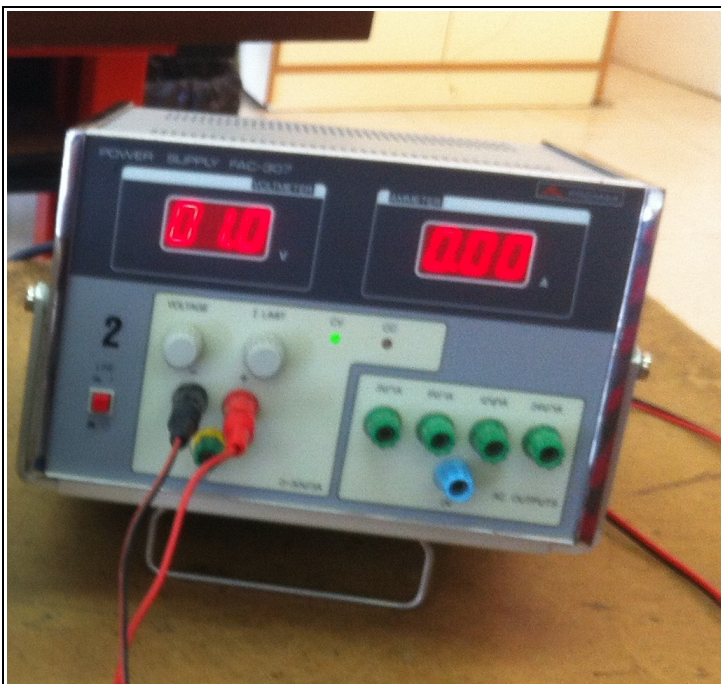


6.3 CONSTRUCCIÓ DE LA BOBINA

Un cop hem establert tot el que s'ha de fer en termes teòrics toca començar la construcció de la bobina Tesla.

6.3.1 Font d'alimentació

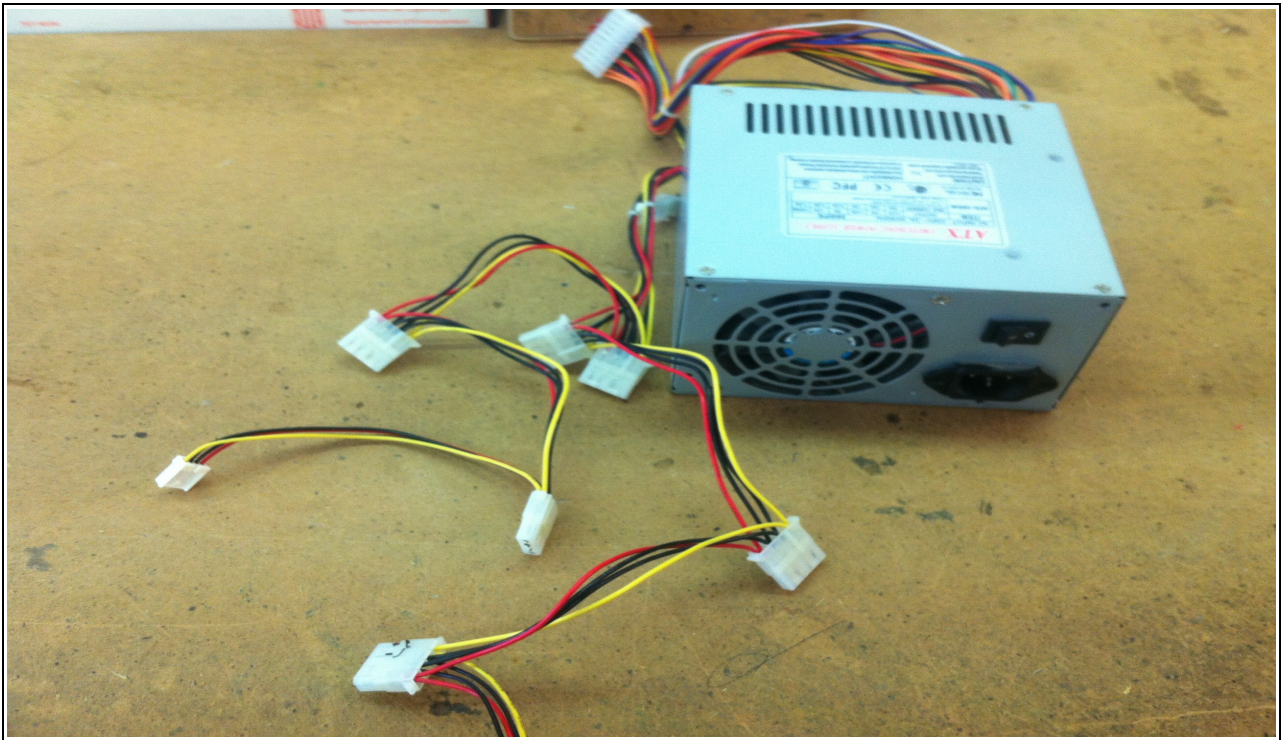
Per a alimentar la bobina en un principi tenia pensat utilitzar una font d'alimentació del institut (promax power supply fac-307b). És una bona font d'alimentació amb la qual puc obtenir fins a 30 volts de corrent continua i variar-ne el amperatge, però són fonts d'ús escolar i si per alguna cosa sortís malament algun experiment o la bobina en sí, no m'agradaria comprometre la integritat de la font de alimentació del institut, per això utilitzaré una font d'alimentació d'ordinador. A part una font d'alimentació d'aquest tipus, es molt pesada i difícil de transportar i si cada cop que hagués de experimentar a casa meva o al taller del meu pare hagués de demanar permís a l'institut per emportar-me'n una de les



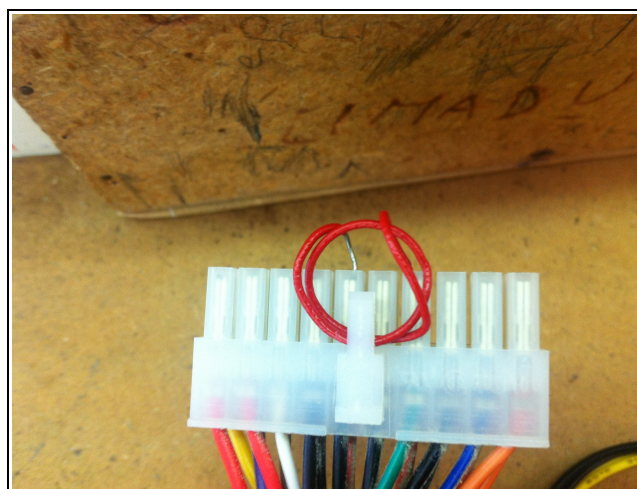
seves sense garanties de que torni en perfectes condicions no me l'hagués pogut emportar i, per tant, no hagués pogut acabar el treball.

Per aquest motiu vaig arribar a la conclusió que una font d'alimentació petita compacta i funcional faria la mateixa funció, i a més, si es una font reciclada, si s'espatllés només hauria de buscar-ne una de característiques semblants, i no comprar una font del mateix model que el de l'escola. Com que tot era una llista d'avantatges només havia d'adquirir una nova font d'alimentació d'un ordinador vell. Concretament utilitzaré un ordinador trencat per alguna error del sistema intern però en què la font d'alimentació segueixi intacta.

La font d'alimentació que he desmuntat d'un ordinador em proporciona 12 volts i 300 watts de potència. La intensitat que proporciona la font depèn de la resistència del circuit al qual és connectat per la llei d'ohm. Doncs, mesuro la resistència del circuit oscil·lador al què està connectada la font d'alimentació que és d'uns 150 ohms en total així fent el càlcul amb la llei d'ohm la intensitat es $12/150$ i això són 0,1 A.



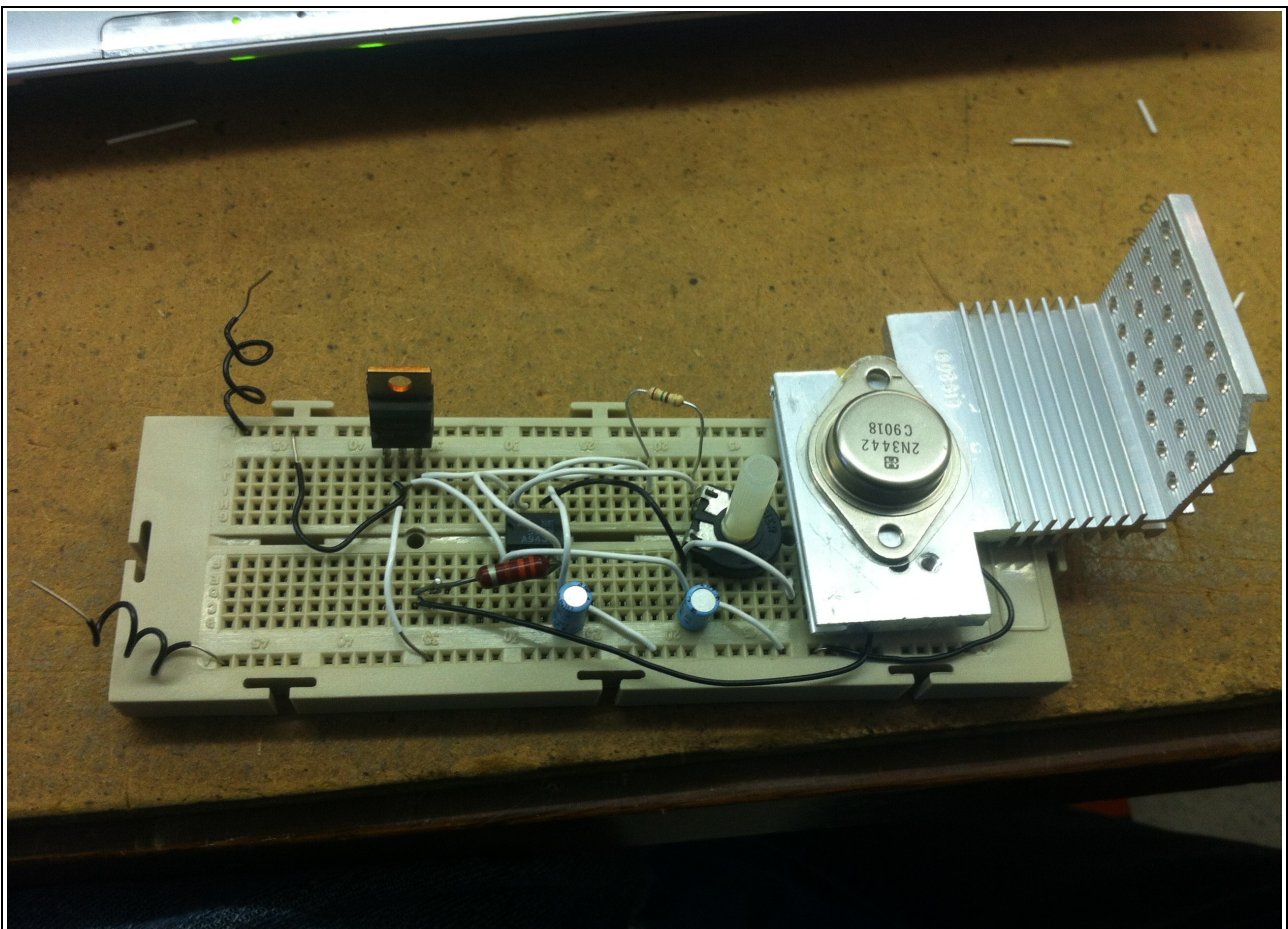
Un cop ja hem establert tots els paràmetres de la font d'alimentació així és com era la font d'alimentació treta del ordinador, les diferents combinacions donaven o 12 V o 5 V per trobar els 12 V que necessitava vaig anar mesurant amb el tester i vaig trobar que el cable groc i el negre donaven 12 V. A part perquè la font funcionés s'havia de fer un pont entre 2 dels terminals que sortien de la font d'alimentació, el verd i el negre, amb això simulem que premem el botó d'engegada del ordinador.



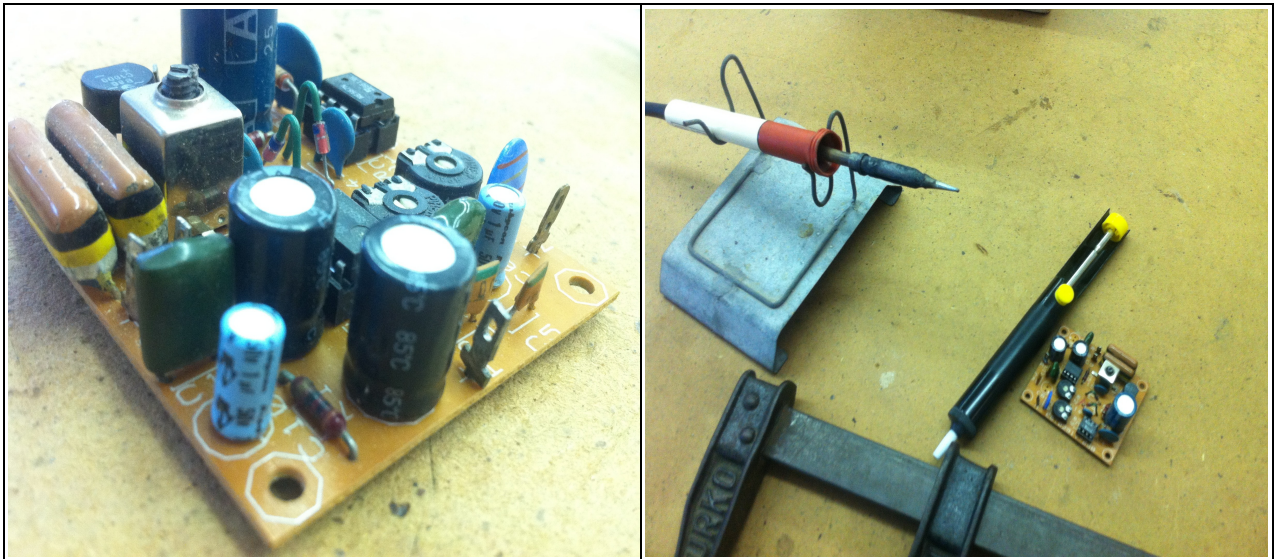
6.3.2 Circuit oscil·lador

El circuit oscil·lador és la clau per fer funcionar el flyback, que és dels únics transformadors que es pot dir que funcionin amb corrent continu, però tot i així no funcionen amb corrent continu convencional, funcionen amb corrent continu polsat. El corrent continu polsat es corrent continu alterat de tal manera que generi una freqüència determinada (en el meu cas d'ona quadrada).

L'única manera d'aconseguir-lo és aturant el corrent un determinat temps i deixant que passi un altre determinat temps, així a polsos el corrent avança. Però abans de tot hem de saber com treballa el circuit oscil·lador, del positiu surt un cable que va directe a l'entrada del bobinat primari del flyback, un altre cable aniria a un limitador de tensió que reduiria la tensió de 12V a 5V i aquests 5 V són els que treballen en l'oscil·lador, gràcies a una sèrie de formules anteriorment explicades podem calcular el temps dels polsos segons la resistència del potenciòmetre, per això el potenciòmetre m'ajudarà a canviar la freqüència del corrent per ajustar-la a la freqüència de ressonància.

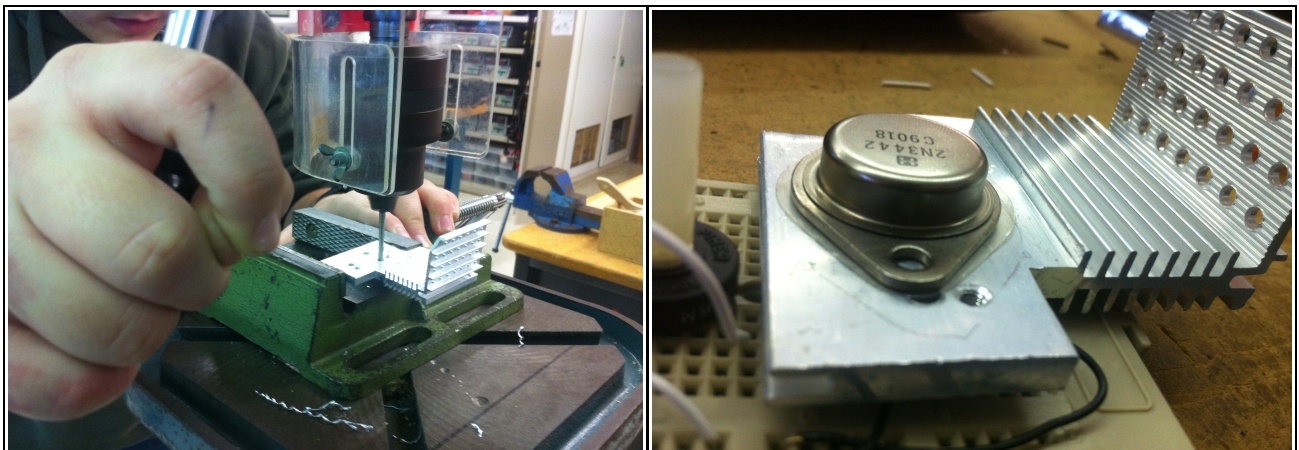


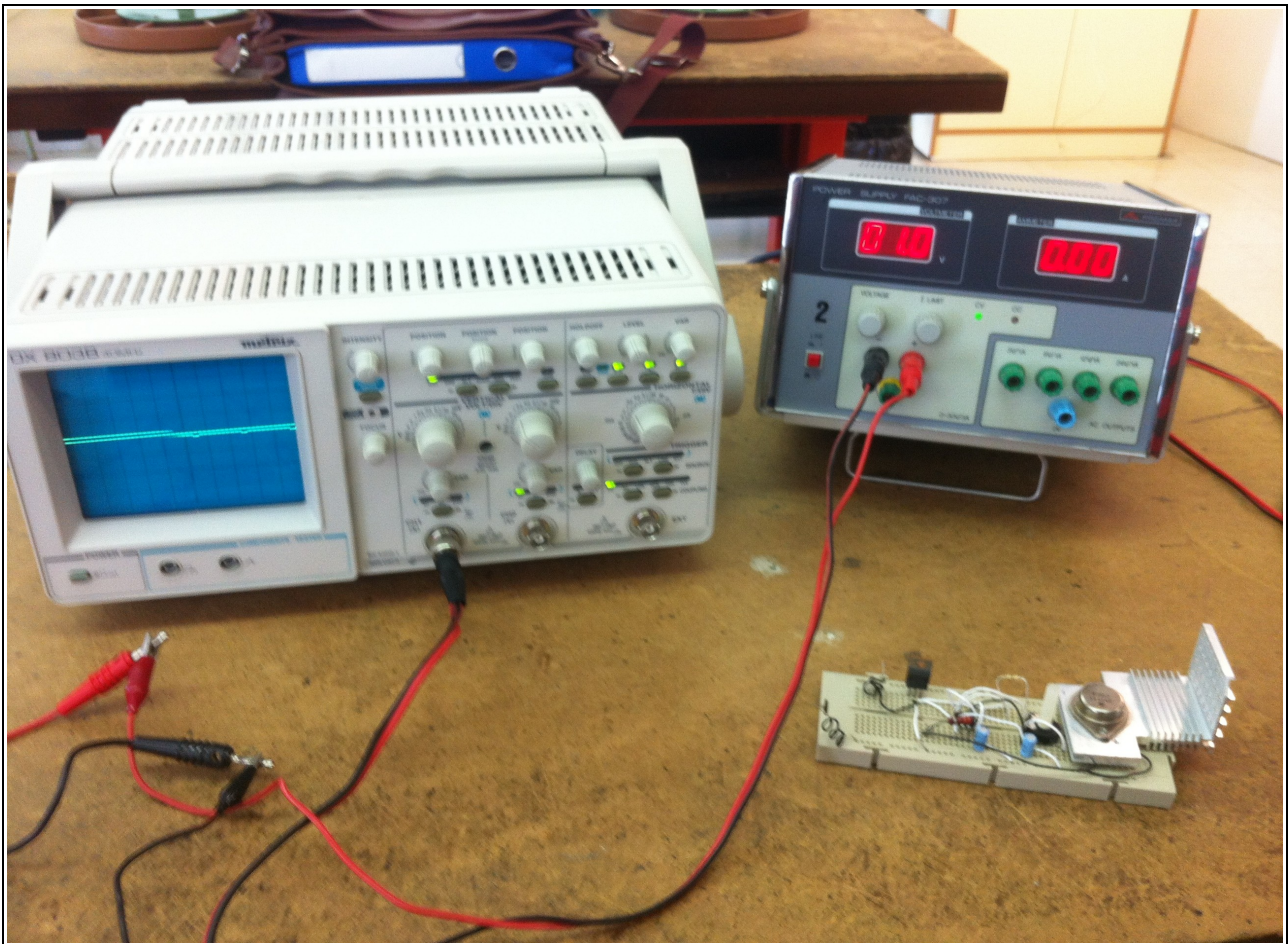
Un cop el corrent es passat per el circuit oscil·lador aquest es conduit a la base del transistor, que servirà com a porta intermitent al corrent que retorna del flyback generant els polsos que l'activaran. La majoria dels components que he utilitzat en la construcció de l'oscil·lador són al taller de tecnologia del Institut, però no hi havien els 2 condensadors de 1 uF que necessitava, per això buscant en plaques antigues vaig trobar una placa electrònica en desús on hi havien un parell de condensadors de 1 uF que vaig dessoldar per a poder utilitzar-los.



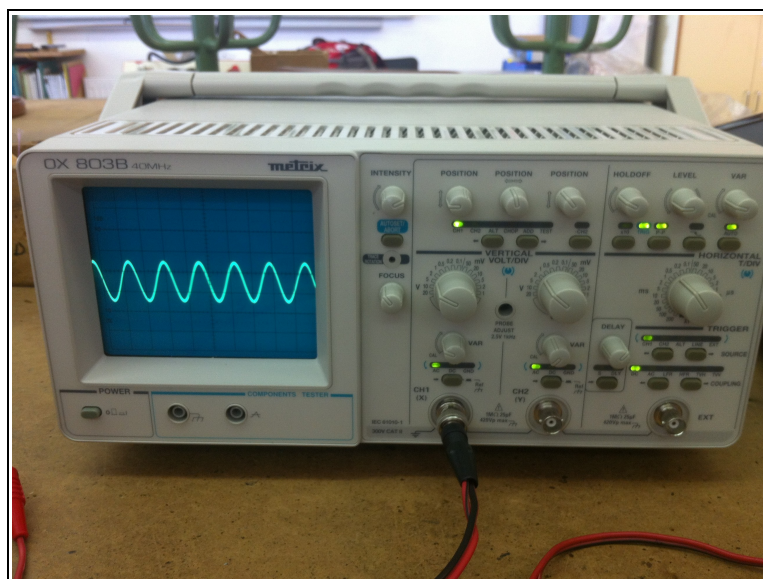
He afegit una modificació al transistor perquè aquest no pateixi tant que consisteix en una placa d'alumini protegida amb una làmina d'un material aïllant elèctric però no tèrmic que permetrà que si el transistor es calenta (com seria normal) transmeti part de la calor al metall i es refrigeri en certa manera, el que s'anomena un radiador o intercanviador de calor.

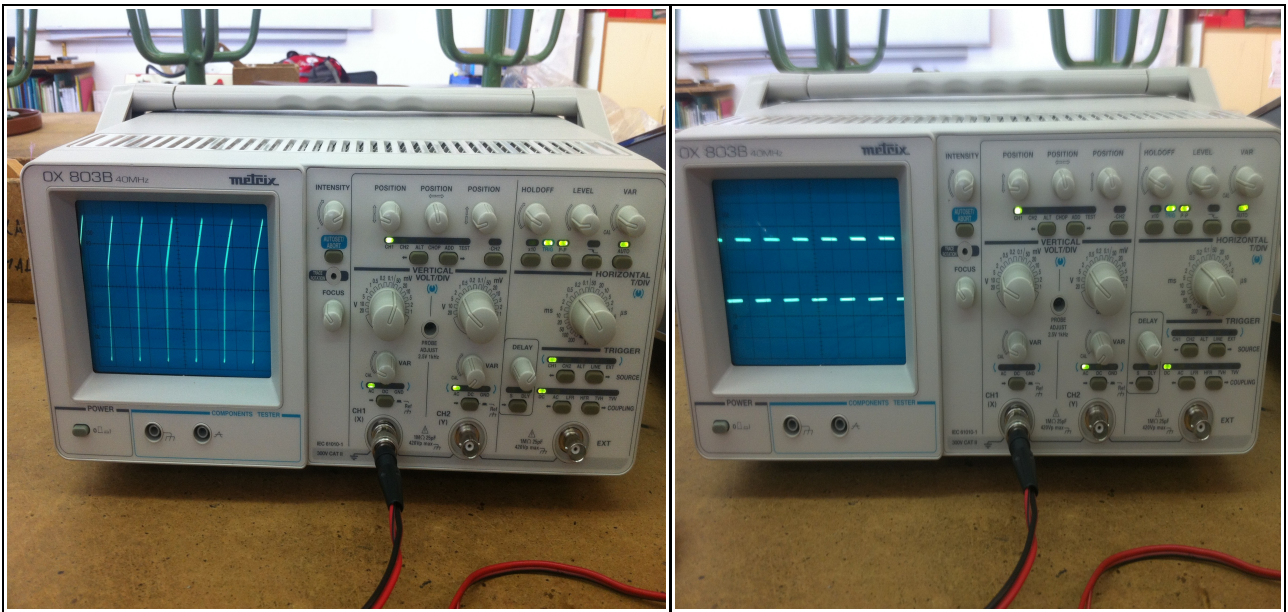
Seguint el diagrama de flux que he dissenyat per a la construcció de la bobina tesla un cop construït el circuit oscil·lador s'ha de comprovar la funcionalitat d'aquest. L'única manera de saber si aconseguim una ona quadrada és mitjançant un aparell anomenat oscil·loscopi.



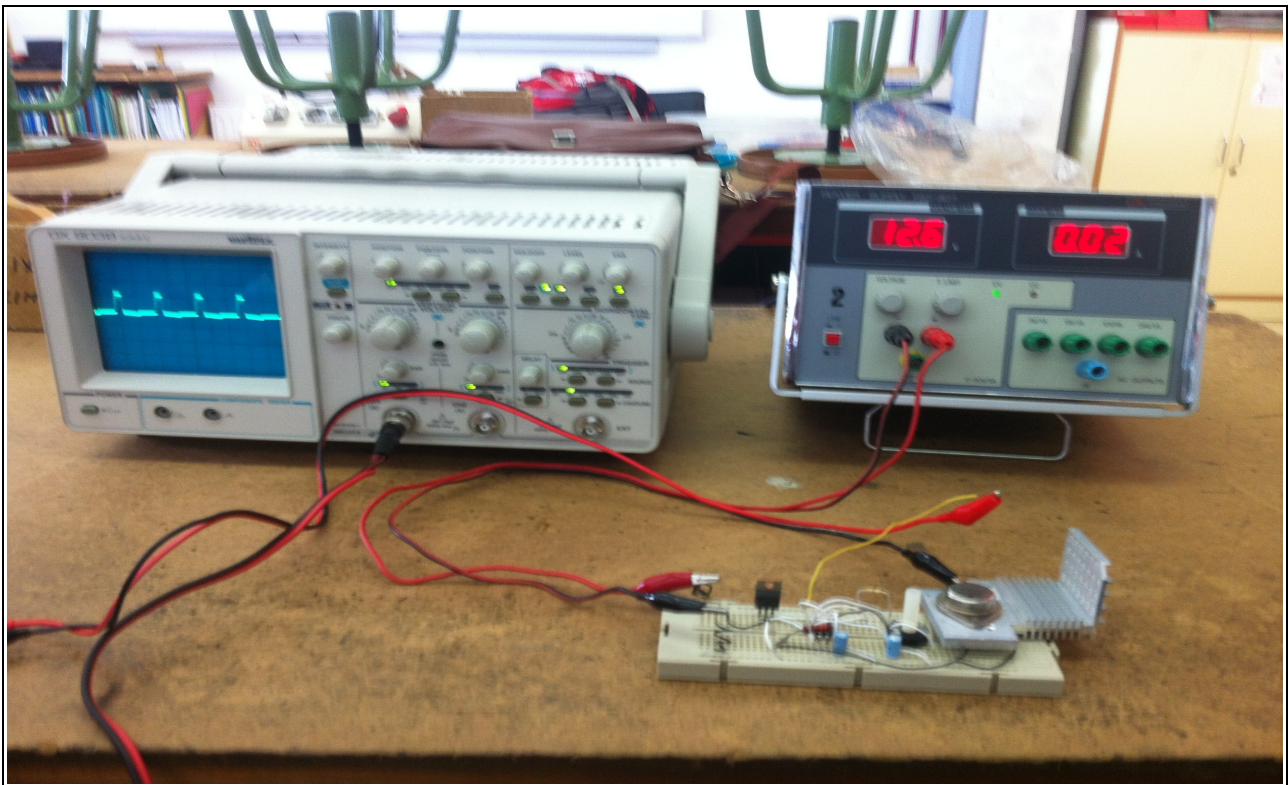


Per saber si funciona connectarem l'oscil·loscopi com si fos el flyback així sabrem si al flyback li arribarà la ona quadrada, però abans s'ha de calibrar l'aparell. Per a calibrar l'oscil·loscopi primer s'ha de fer passar unes ones mitjançant un aparell generador de funcions i així ajustar els comandaments per a la màxima visualització de l'ona.



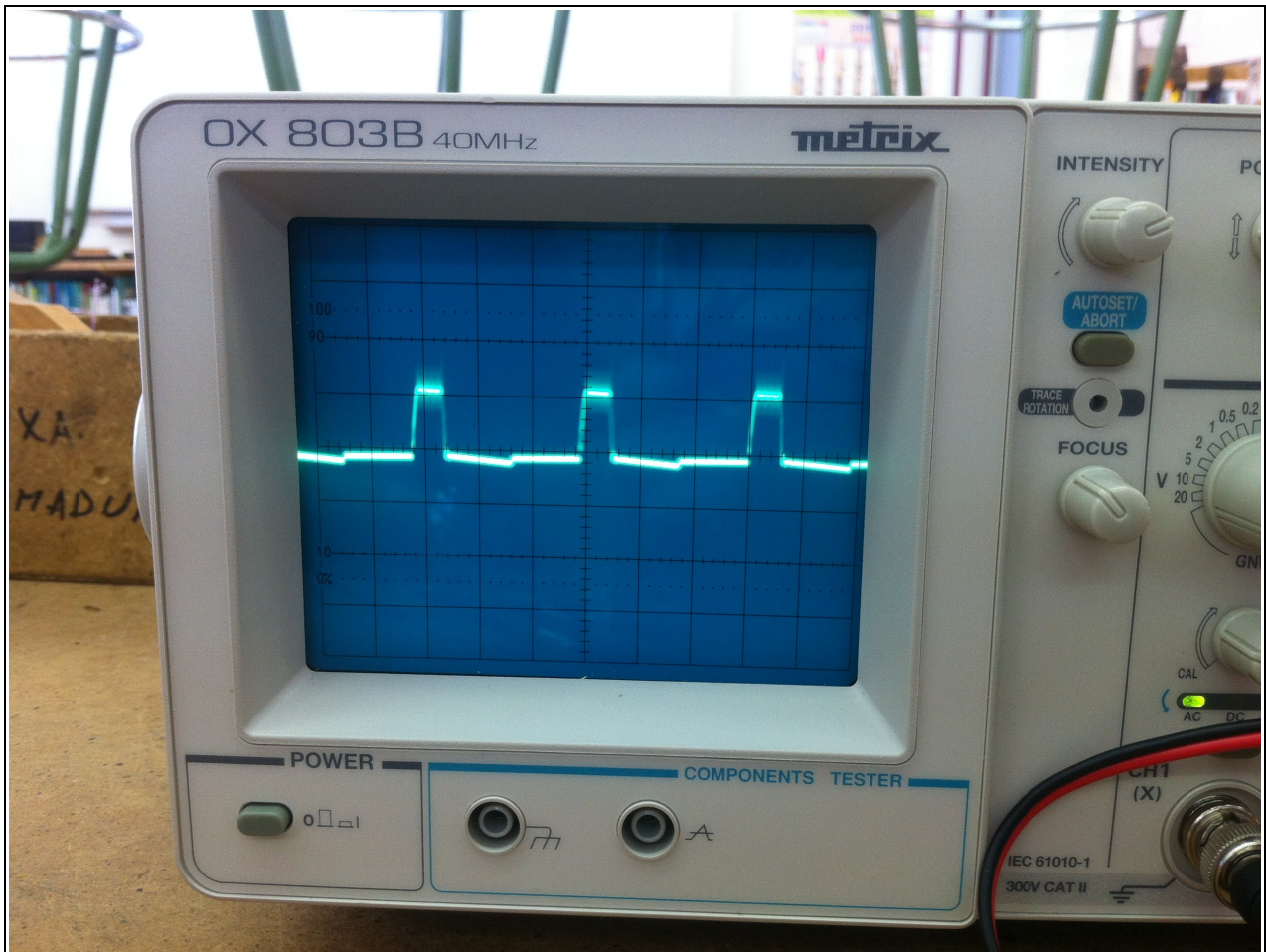


Un cop calibrat l'oscil·loscopi, és hora de connectar el circuit oscil·lador que he construït per la bobina Tesla.



Al principi no donava cap ona, i després de revisar totes les connexions del circuit vam treure el radiador del transistor (és la peça metàl·lica en forma de L que refrigera el transistor perquè no s'escalfi massa), el vam connectar i va donar senyal, buscant una explicació vam veure que un dels cables feia curtcircuit amb el radiador que estava en contacte amb el transistor així que vam aïllar completament el radiador de possibles contactes i després de connectar-lo amb el radiador va donar senyal.

Aquesta és l'ona que volíem, ja que com es pot apreciar el corrent es mou i s'atura alternament “a polsos” i es el que necessitem per fer funcionar el transformador flyback. La distància entre els polsos pot ser alterada mitjançant el potenciòmetre que hi ha en el circuit per ajustar la freqüència a la més adequada per la ressonància.



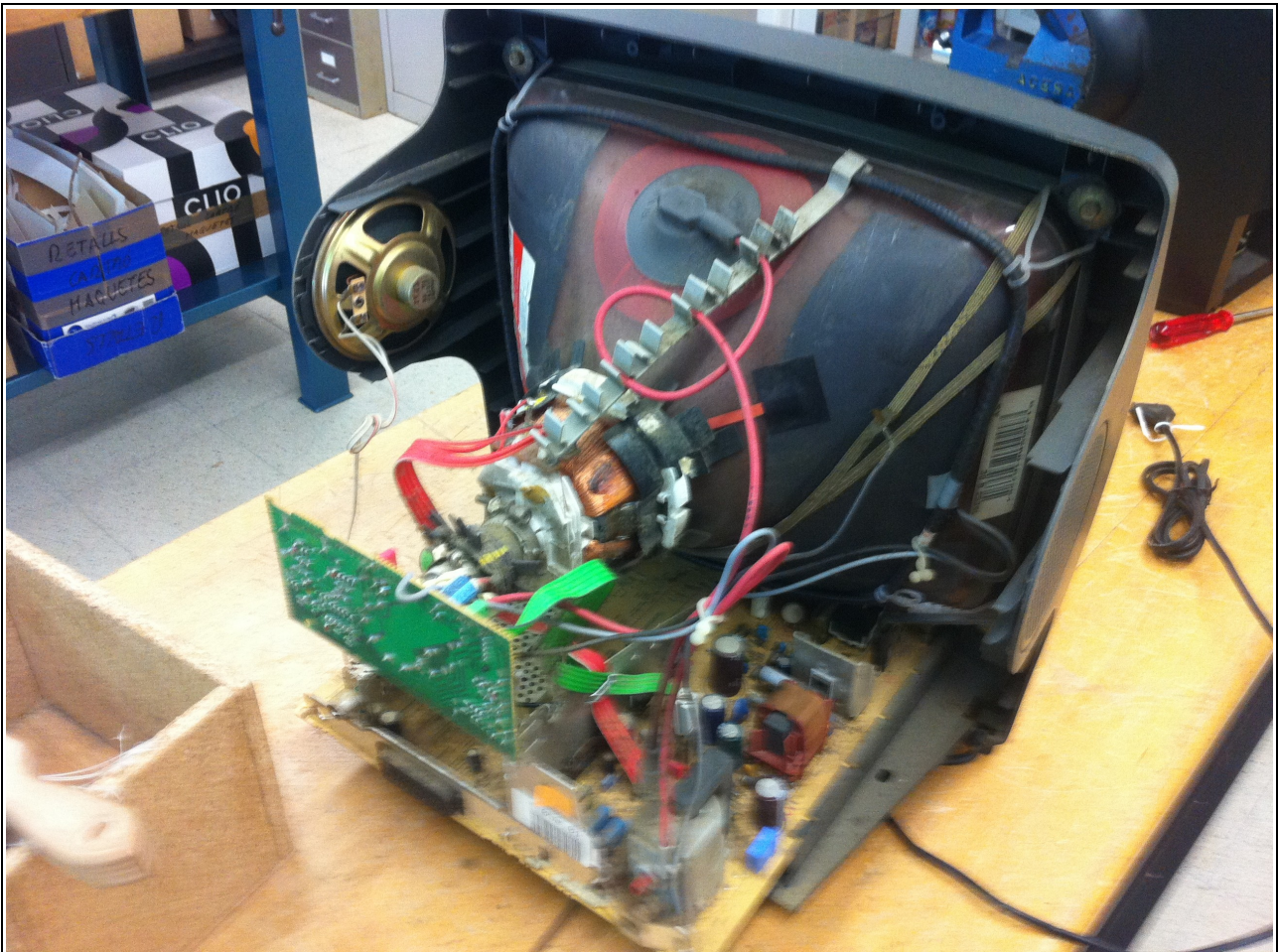
6.3.3 Flyback o transformador de línies

Un flyback o transformador de línies basa el seu funcionament en el canvi d'energia elèctrica a magnètica i de magnètica a elèctrica de nou. És a dir funciona com un transformador normal i corrent excepte que el corrent que demana aquest no es corrent altern, es corrent continu polsat (el corrent que aconseguim gràcies al oscil·lador). Al llarg d'aquest treball he arribat a estar en possessió de 4 transformadors flyback, 2 desmuntats i dessoldats per mi de dues pantalles anàlogues antigues (una pantalla de televisió i una d'ordinador) i 2 més que m'han regalat persones amb ganes d'ajudar-me a construir la bobina tesla i amb coneixements d'electrònica. Ara explicaré els processos d'obtenció dels flybacks que he dessoldat jo mateix.

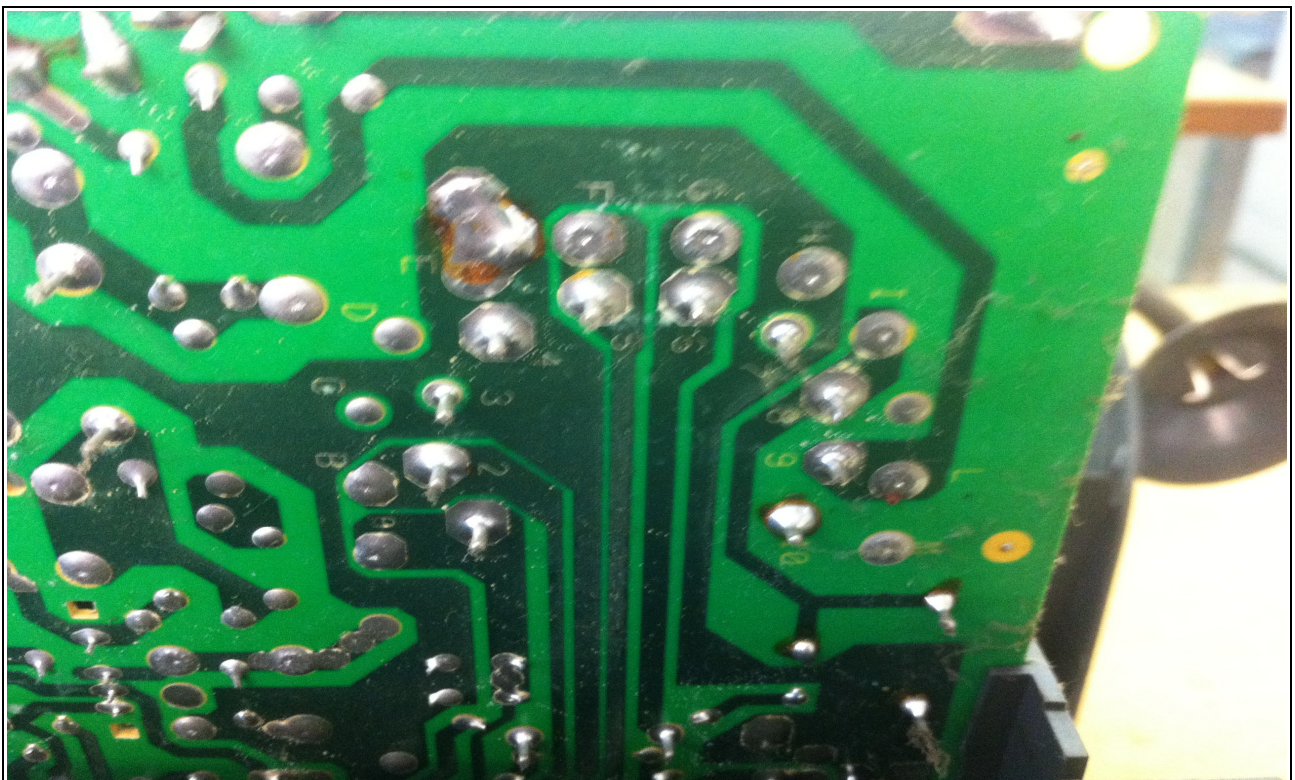
El primer flyback que vaig aconseguir va ser desmuntat d'una televisió *Grounding* que em va aconseguir un conegut meu i trompetista del grup *dekrébits*.

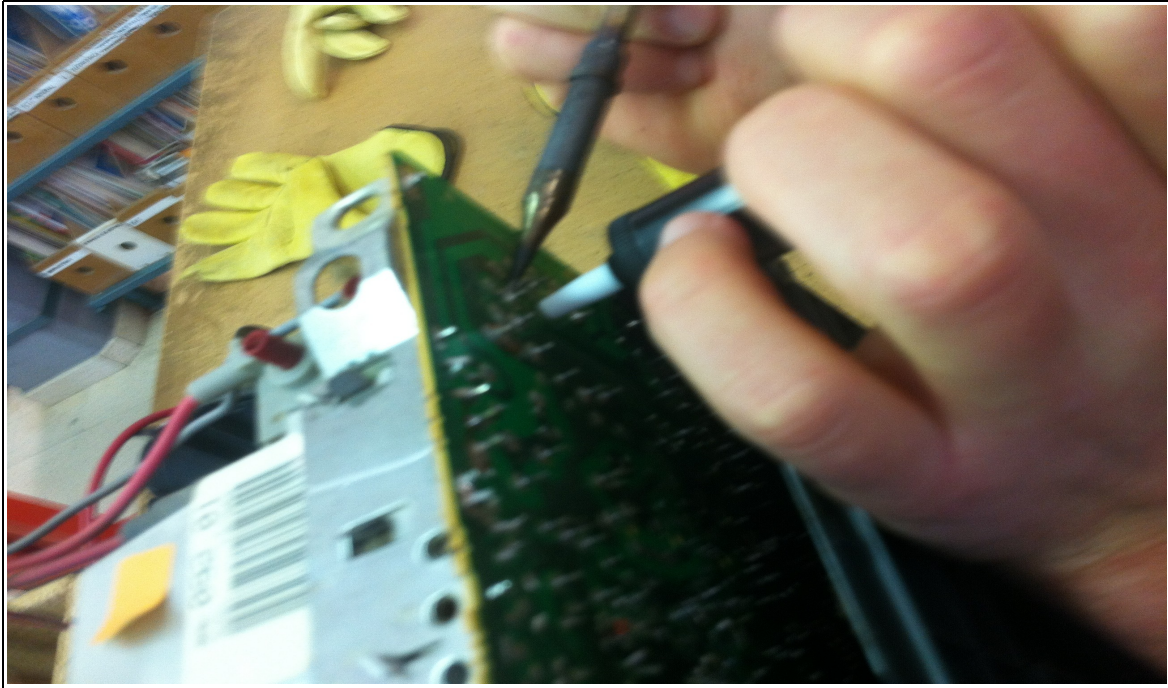


Primer es desmonten els cargols que mantenen la carcassa junta i després ens trobem amb aquesta imatge de l'interior:



El flyback es pot distingir fàcilment si segueixes la ventosa de la pantalla amb el cable de color vermell. Aquest flyback té 11 potes que s'havien de dessoldar una a una.



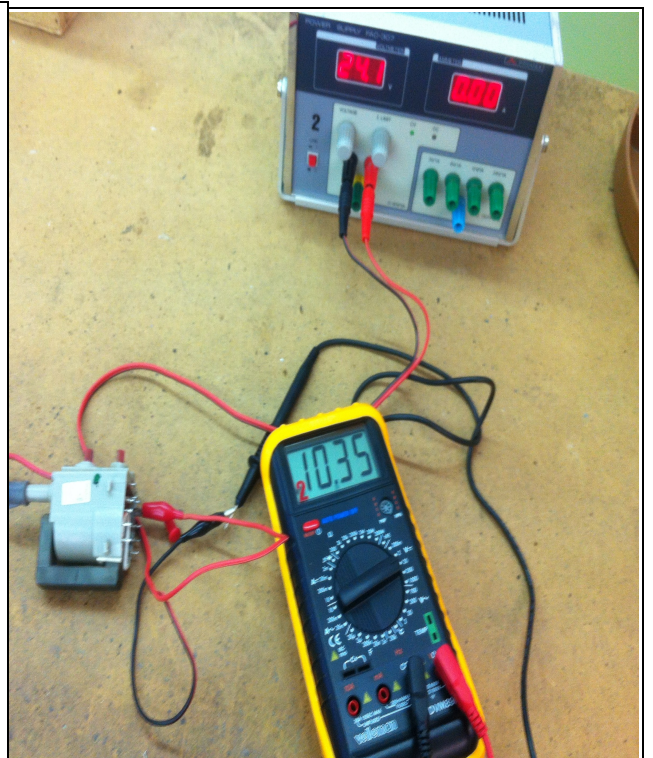
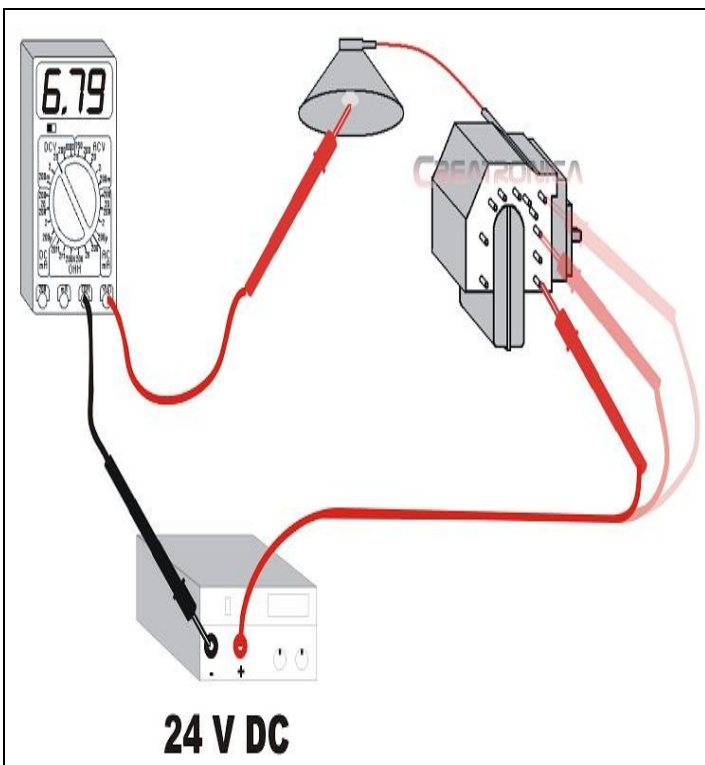


Un cop dessoldat el flyback i seguint una guia que vaig trobar en una pàgina web em vaig disposar a identificar les potes del bobinat primari i el terra del secundari.

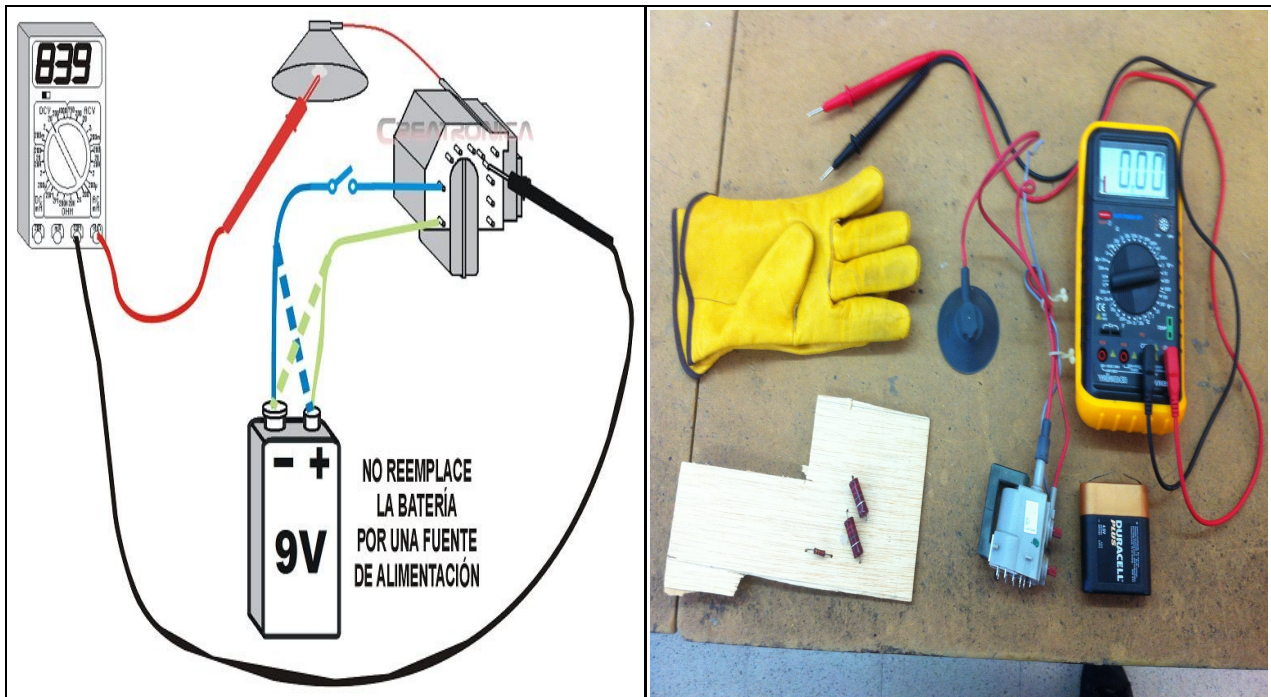
Segons aquesta guia el que s'havia de fer era :

Connectar el voltímetre d'aquesta manera (en sèrie amb el flyback i anar posant el positiu de la font a tots els pins fins que en el tester surtis un numero de 5V a 15V

(això es el pin 0 o la massa de l'alta tensió)



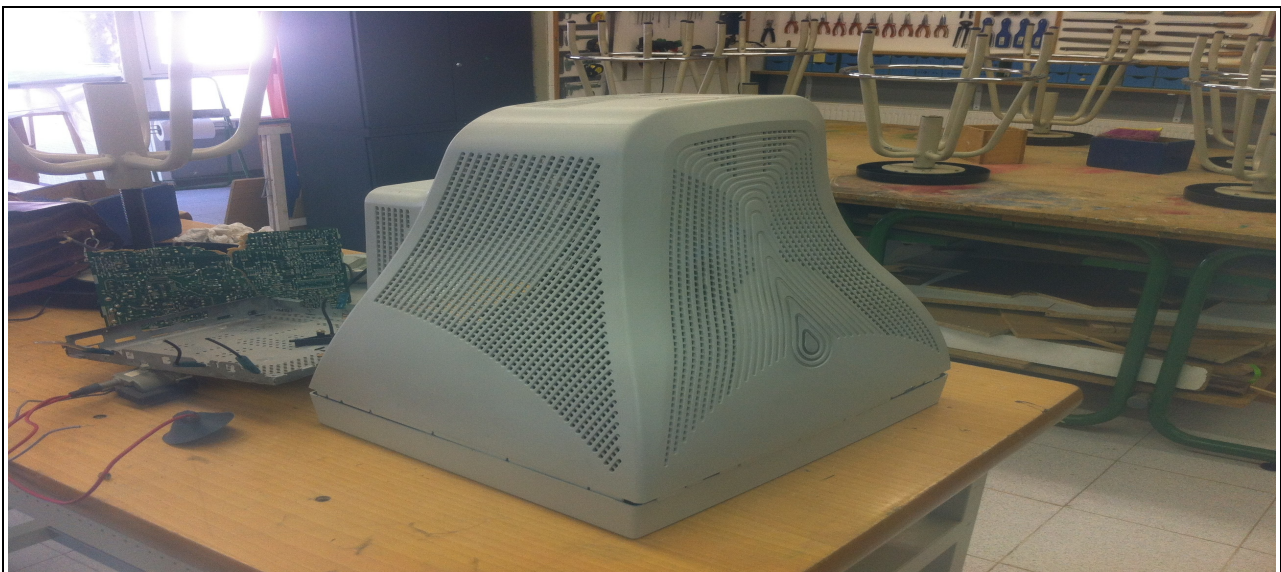
Després mesurar amb un ohmímetre i trobar 2 pins que entre ells mesurin de 0,8 a 1 ohms per a trobar el bobinat primari. I per últim seguir aquest esquema per trobar la polaritat del bobinat primari.



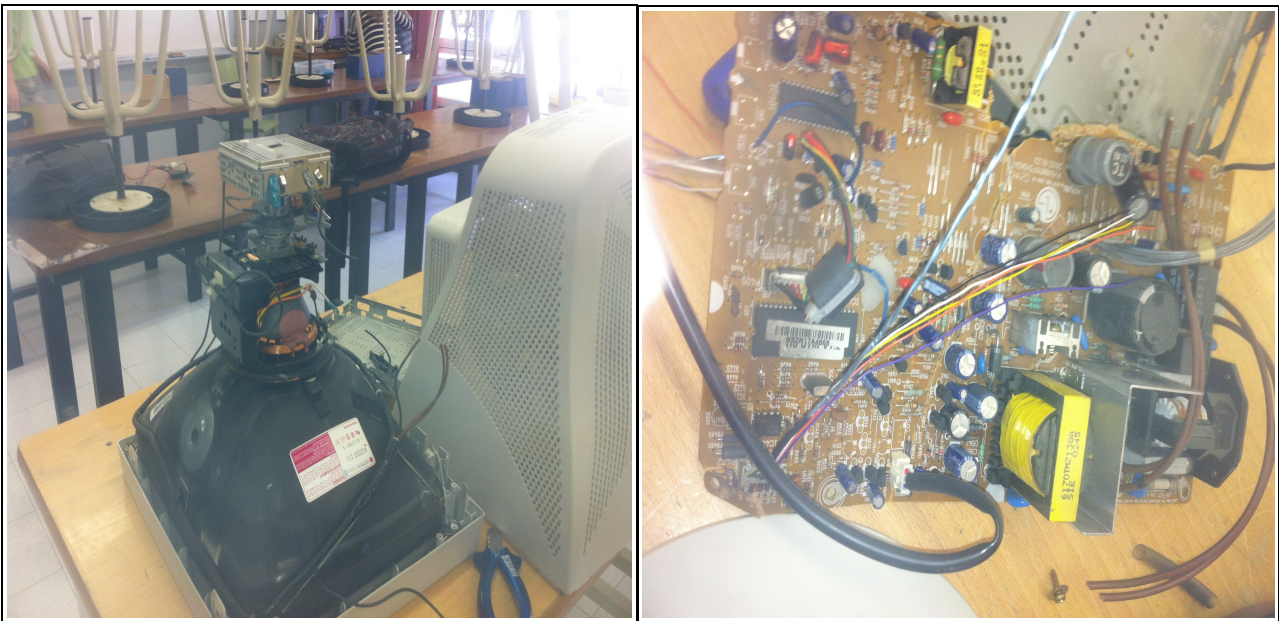
PERÒ AQUEST MÈTODE NO EM VA FUNCIONAR.

Em vaig dedicar tota una setmana utilitzant aquest mètode i l'únic que vaig obtenir van ser pins erronis, i la idea equivocada que el flyback podria estar trencat. Al pensar que el flyback podria estar trencat vaig començar a buscar una altre pantalla.

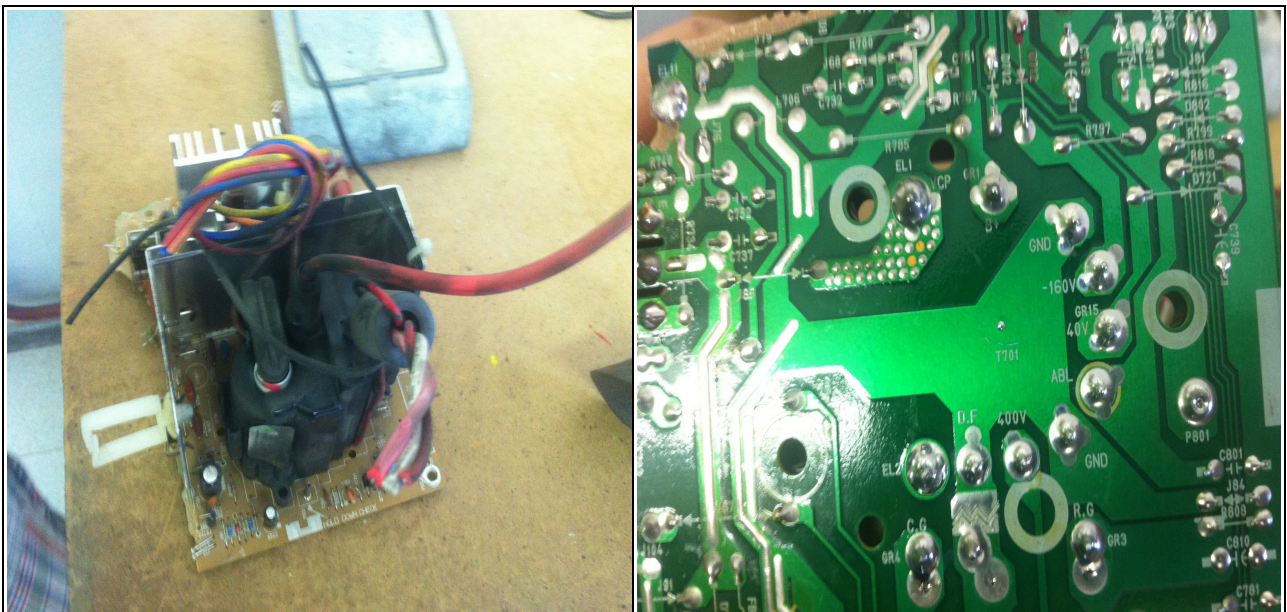
En aquest vaig trobar una pantalla d'ordinador més grossa que la primera televisió.



Un cop oberta es podien observar el tub de raigs catòdics i la placa base.



El flyback en qüestió era aquest. Després de dessoldar el flyback i alguns condensadors que també necessitava per el circuit d'alta tensió, vaig fer unes proves utilitzant el mateix mètode que abans, però tot i així, no vaig aconseguir que les proves per comprovar la funcionalitat d'aquest anessin bé, i no podia ser que dues pantalles analògiques que funcionaven i en perfecte estat no els hi funcionés els flybacks, una part clau en la televisió analògica. Em vaig quedar encallat en “comprovar la funcionalitat del flyback” del meu algoritme durant unes setmanes, fins i tot vaig demanar ajuda en un fòrum d'internet sobre components elèctrics i vaig enviar un correu electrònic a Daniel Esparza sobre aquest tema, però cap d'ells em van poder ajudar amb aquest entrebanc en el que estava encallat.



Buscant consell en Jaume Salvat em va recomanar anar a una botiga anomenada Telestil, una botiga d'electrònica especialitzada en televisions en la que em van ajudar molt i gràcies a els seus consells vaig aconseguir superar l'entrebanc on estava.

Els errors que havia comès eren:

- Utilitzar uns pins com a bobinat primari quan eren uns altres.
- Intentar fer les proves amb el flyback amb corrent continu no polsat

Un cop em vaig adonar dels meus errors per fi vaig poder seguir amb el projecte, i seguint el diagrama de flux la part que havia de dur a terme era comprovar la funcionalitat del flyback, però com que l'única manera de enviar corrent polsat al flyback era connectant-lo al oscil·lador vaig decidir que ja no faria més proves individuals i que prepararia el material per separat i ajuntaria tots els components per provar si funcionava finalment la bobina tesla.

6.3.4 Condensador d'alt voltatge.

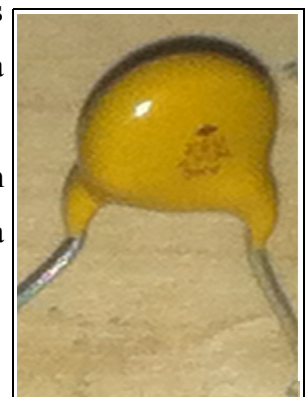
Els condensadors d'alt voltatge que he utilitzat els he tret, per una banda, un de la segona televisió que vaig desmuntar per a extreure el flyback i, per altre banda, l'altre el vaig demanar al Telestil.



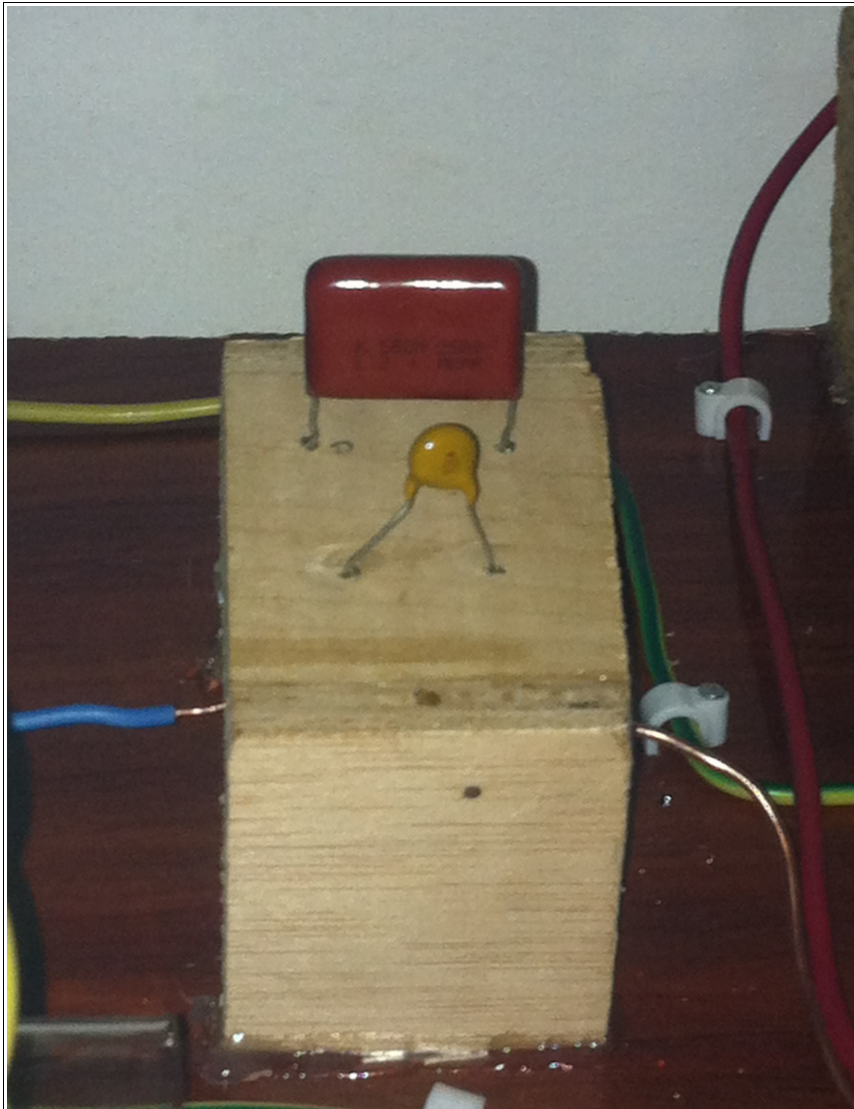
Aquests són els condensadors que vaig dessoldar, al principi tots em semblaven adequats per a la feina que havien de fer, però abans de res vaig anar a preguntar a en Josep de Telestil que si ja en faria prou amb aquests condensadors, ell em va dir que 2 d'aquests condensadors aguantaven màxim 250 V, l'altre 1600 V i l'altre 2500V. Per la bobina només he utilitzat el de 2500V, ja que com que no hi ha una relació de transformació entre voltatge d'entrada i sortida d'un flyback, i no vull connectar a un component de MAT un tester que només aguanta 1000V no conec el voltatge de sortida del flyback i podria ser perillós posar un condensador que no aguantés aquest voltatge (ja que podria explotar). Per això i seguint el procés d'en Daniel on va aconseguir uns 2000V en el circuit d'alta tensió només he utilitzat el del voltatge més elevat.

Per si no era suficient en Josep em va donar un condensador que podia aguantar fins a 3000V (el groc). El problema amb els condensadors que aguanten grans voltatges és que tenen baixes capacitàncies, i una major capacitància ajudaria a augmentar el rendiment del circuit.

Per tant vaig decidir utilitzar aquests 2 condensadors, i connectar-los en paral·lel entre ells per sumar les capacitàncies i aconseguir una capacitància major.



Per a connectar-los en paral·lel vaig construir una estructura de fusta i cola calenta on després d'unes soldadures ja tenia connectat els condensadors en paral·lel entre ells i el banc de condensadors llest per a ser utilitzat. Un avís de seguretat és que cada cop que es connecti la bobina i després d'estar engegada una estona es desconnecti els condensadors els quals romandran carregats, Per això i sota cap circumstància no s'ha de tocar el banc de condensadors ni el circuit secundari en si sense descarregar els condensadors, que es pot fer mitjançant un tornavís aïllat correctament i fent contacte amb el tornavís entre els 2 terminals del condensador per fer un curtcircuit i descarregar-lo.



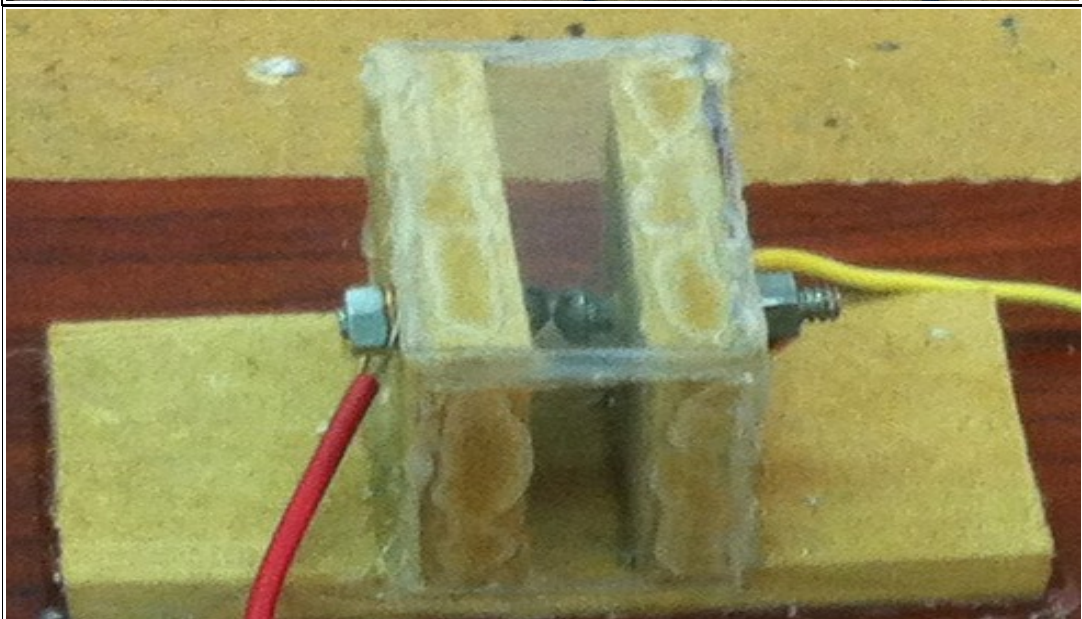
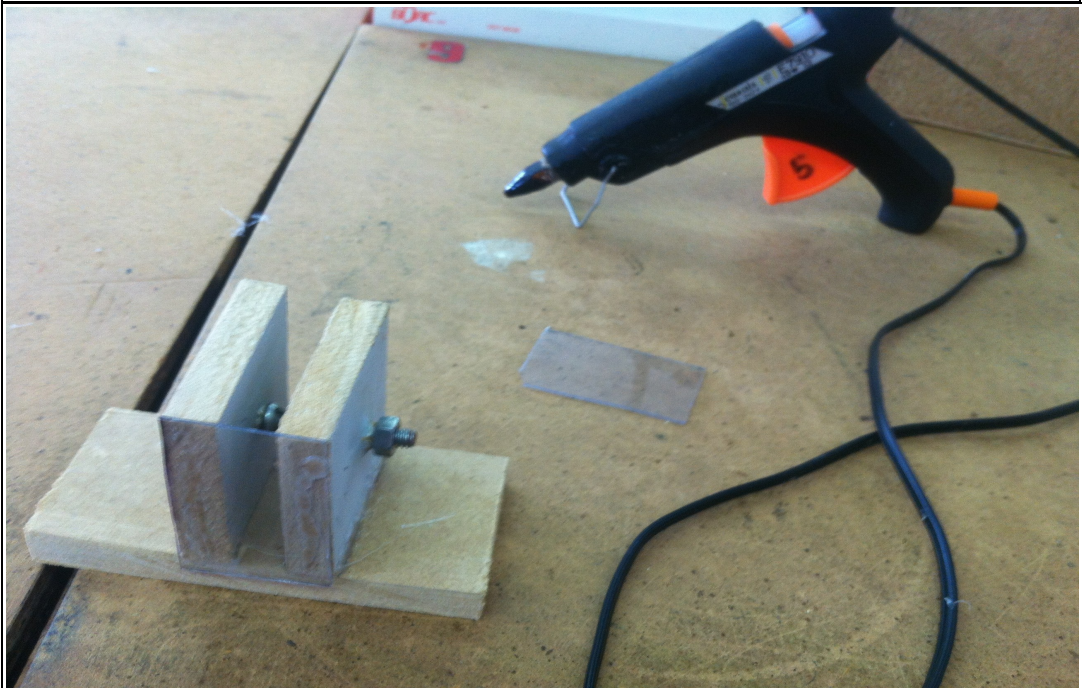
6.3.5 Explosor

Com m'ha repetit varies vegades en Daniel Esparza per correu electrònic, el explosor és la part on si el voltatge es suficient es produirà l'efecte d'ionització de l'electricitat en forma d'arc voltaic i això permetrà que funcioni la bobina ja que es produeix l'efecte de ressonància. Per a construir el Explosor vaig pensar en diferents dissenys però al final vaig construir una mena d'explosor en el que pogués variar la distància dels cargols entre ells, per aconseguir la distància mínima entre ells .

El material utilitzat per a la construcció de l'explosor és bàsicament fusta, làmines de plàstic, 2 cargols, 2 femelles i cola calenta. Les eines utilitzades són eines bàsiques com un xerrac, un parell de serjants, una esquadra, paper de vidre i el trepant.



El procés de fabricació consisteix en tallar amb el xerrac 2 trossos de fusta de mida igual, amb un trepant i una broca de diàmetre igual al dels cargols que s'utilitzaran. Es perfora en el centre de la fusta, un cop perforades s'introdueixen els cargols dins dels forats amb un tornavís (en el meu cas cargol pla), enganxem els trossos de fusta a una distància no massa allunyada, ajustem la distància dels cargols el mínim possible gràcies a que aquests es poden moure per la guia feta amb el trepant amb una mica de força. Un cop l'explosor en sí està construït per evitar que qualsevol espurna pugui sortir del explosor i malmetre quelcom tapem hermèticament l'explosor amb unes làmines de plàstic i cola calenta a part aquesta coberta hermètica permetrà que l'ozó que es produeixi per l'oxigen en reacció amb l'electricitat ionitzada es quedi dins el recinte de l'explosor ja que l'ozó es un gas tòxic per els éssers humans.



6.3.6 Bobinat primari i secundari

En la construcció del bobinat primari no hi va haver cap problema, ja que aquest consisteix només en 5 voltes de cable de coure en un tub de PVC d'un diàmetre una mica més gros que el del bobinat secundari. Aquest bobinat és l'encarregat d'induir mitjançant electromagnetisme el camp magnètic que genera al bobinat secundari. Ja que les lleis de l'electromagnetisme diuen:

$$\Phi = B \cdot S \quad B = K' \cdot 4\pi NI/L \quad \Delta B = K \cdot I \cdot \Delta l \cdot \sin\phi / r^2$$

Al haver-hi un increment de flux magnètic $\Delta\Phi$ (per que és corrent polsat) es produeix una variació en en el camp magnètic B que genera aquest bobinat primari i al haver-hi un camp magnètic variable i una bobina s'indueix un corrent en el bobinat secundari que al tenir moltes més espines actua com un transformador elevador i augmenta exponencialment el voltatge, més endavant introduueixo unes modificacions en bobinat primari que augmenten la inducció.



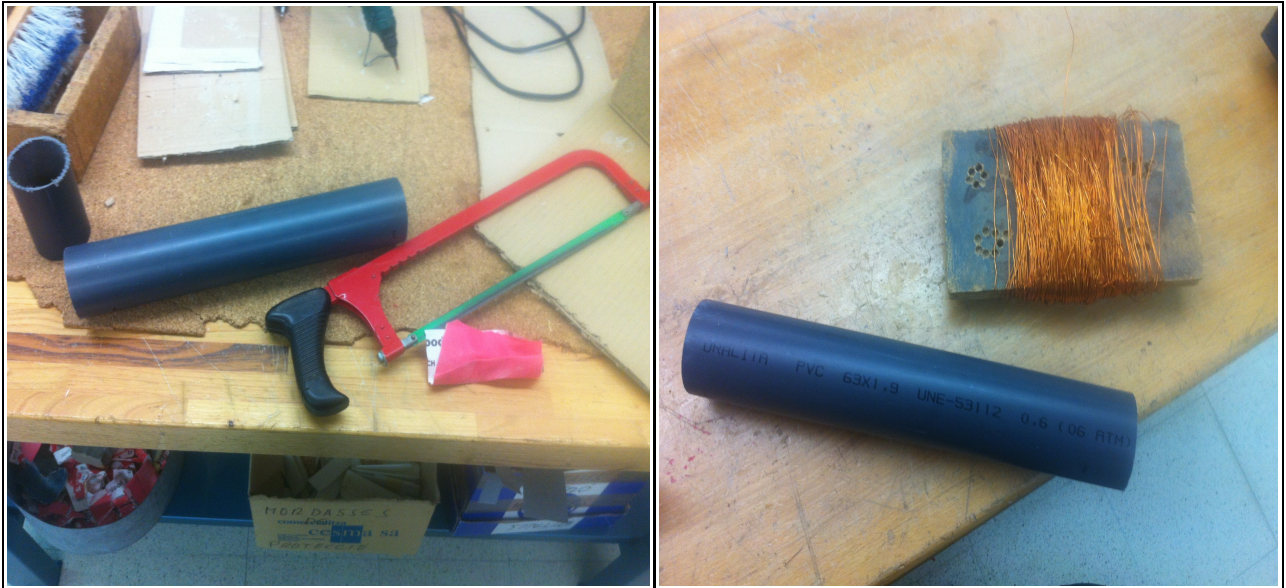
El bobinat secundari va portar alguns problemes i molta més feina. Sabent que el cable que havíem d'utilitzar era AWG 24 (que no en teníem però vam utilitzar un substitut força igual) i que el diàmetre d'aquest era aproximadament 0,511 mm i que havíem de bobinar fins a 30 cm, per saber el nombre de voltes proposo la següent igualtat.

$$h = n \cdot \emptyset$$

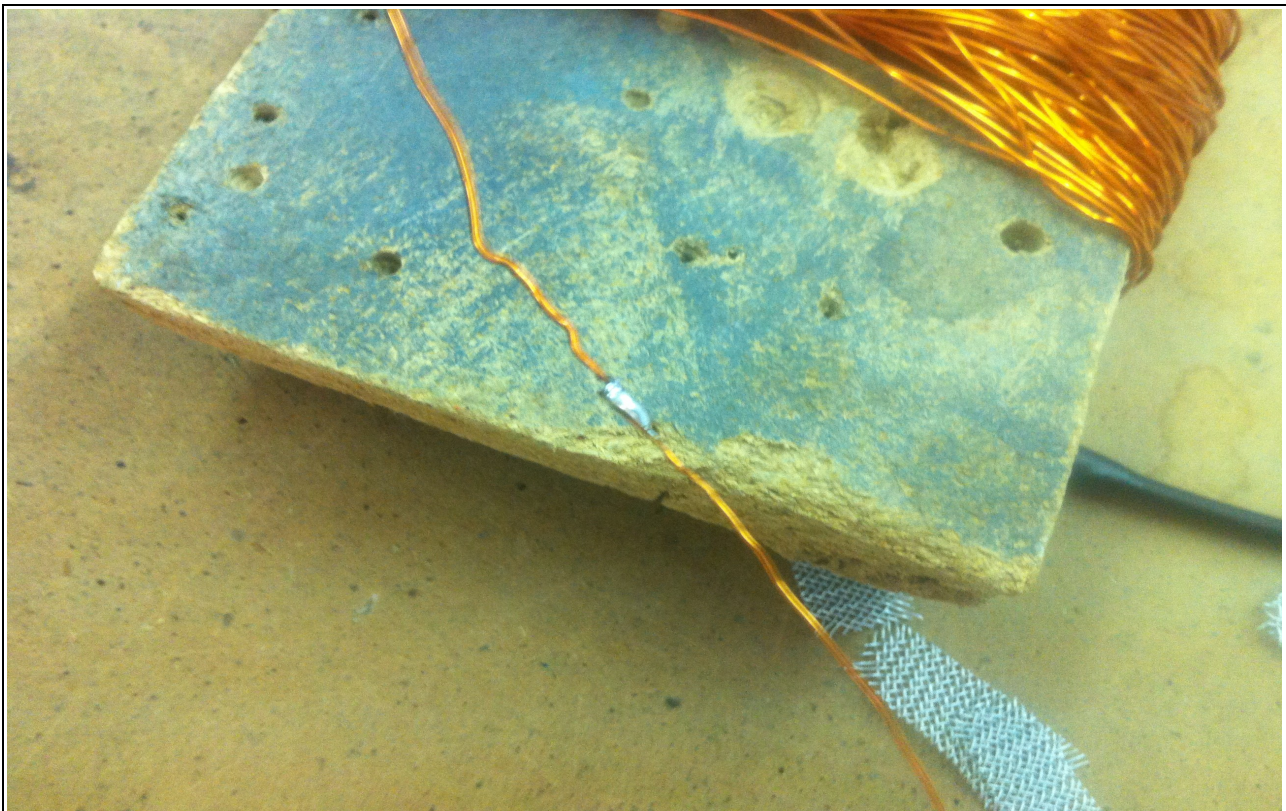
(altura del bobinat secundari) = (nombre de voltes) · (diàmetre del cable)

$$n = 300\text{mm} / 0,511\text{mm} = 587 \text{ voltes}$$

Per tant vaig haver de bobinar 587 voltes de cable, i vaig tardar unes dues hores ja que ens van sorgir algunes complicacions durant el procés de bobinat.



Primer vaig tallar el tub a uns 37cm perquè hi hagués espai per ambdós costats de la bobina i no estigués molt justa. Vaig fer un forat amb una barrina per on vaig passar el coure i vaig fer un nus a l'extrem perquè no sortís el cable per el forat, llavors vaig començar a bobinar fins que em vaig quedar sense cable en la bobina i tot just anava per la meitat del procés de bobinat, vaig tenir que buscar un altre fil de coure i amb paper de vidre treure l'esmalt protector i fer una soldadura per poder continuar bobinant el que passa és que, fins connectar la bobina i veure el resultat final, no sabia si afectaria, o no, a la capacitat de induir-li el corrent a aquesta.

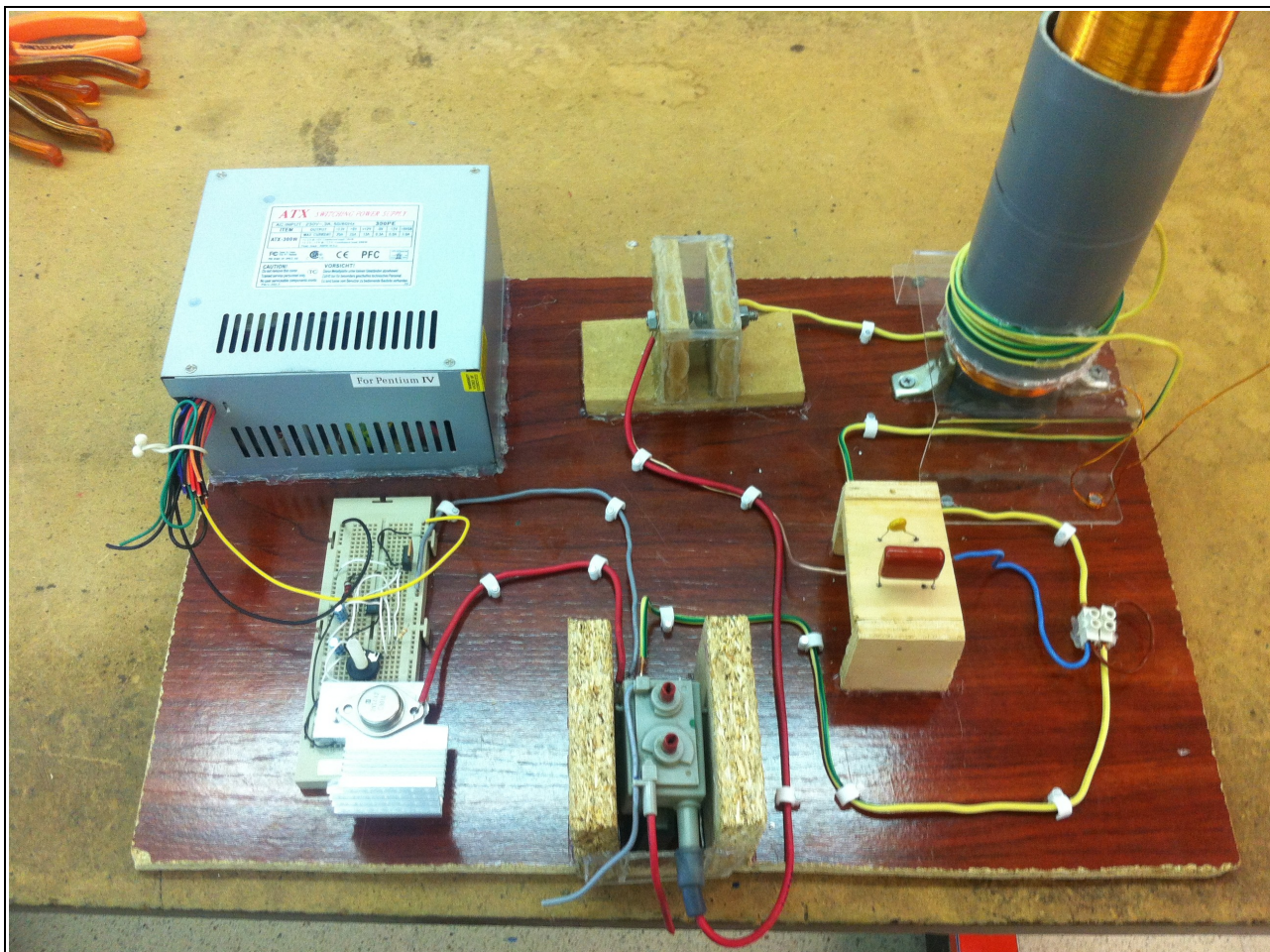


El resultat final després de moltes voltes, i un parell de soldadures es aquest:



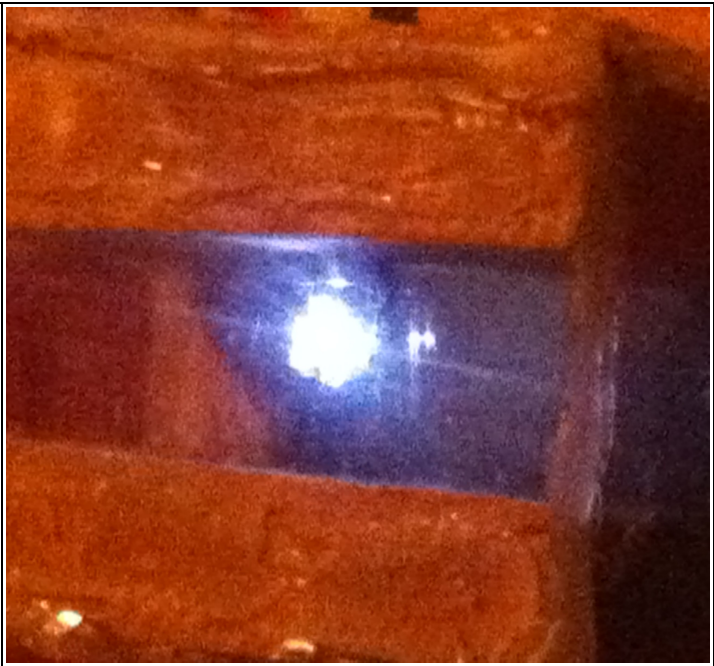
7. Comprovació de la funcionalitat

Divendres 15 de juny, la bobina ja esta completament montada.



Hi ha molta expectació per saber si el projecte funcionarà o no, primer de tot m'asseguro que tot esta connectat correctament, reviso les soldadures del flyback la regleta dels condensadors el contacte del explosor i el contacte dels components de l'oscil·lador. Després d'una estona revisant-ho tot i mentalitzat per un complet èxit després de tota la feina duta a terme, connecto la font d'alimentació i l'engego, però no passa res. Sense estar ni molt menys espantat ajusto el potenciòmetre per canviar la freqüència i així aconseguir algun resultat, però segueix sense passar res. Apago la font d'alimentació faig un "cruse" amb un tornavís a les potes del condensador per veure si emmagatzema càrrega elèctrica i surt una espurna, per tant això vol dir que els condensadors funcionen però tot i així no surt arc voltaic al explosor. Torno a connectar però segueix sense passar res, descarrego els condensador de nou i en un últim gest desesperat acosto els terminals de l'explosor tant que un company present em diu que creu que s'estan tocant. Connecto de nou la font d'alimentació i de sobte surt un arc per l'explosor, no podria estar més content. Al acostar un tornavís al bobinat secundari salta un arc voltaic de un parell de centímetres.

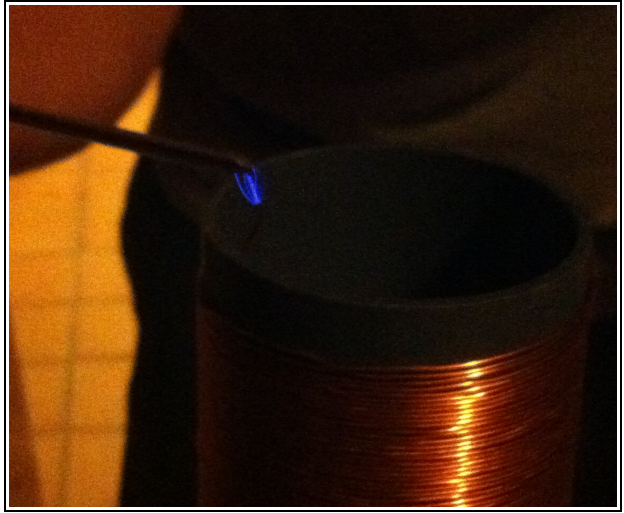
La bobina funciona .



7.1 Experimentació amb la bobina tesla

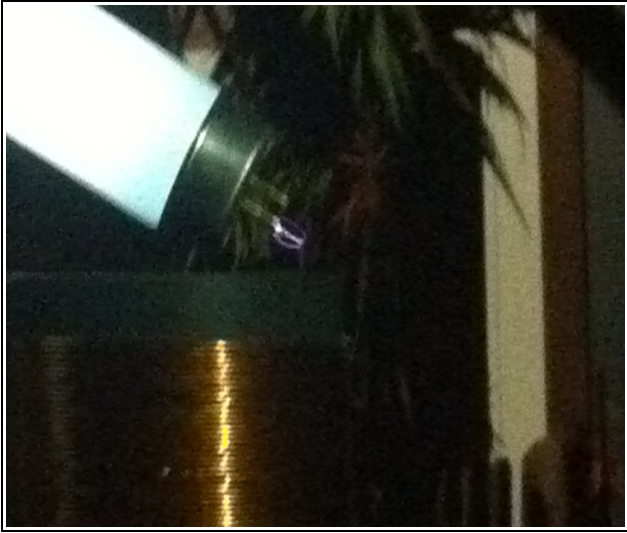
A continuació ensenyaré alguns dels experiments que es poden dur a terme amb la bobina tesla :

Acostar un tornavís de metàl·lic al bobinat secundari.



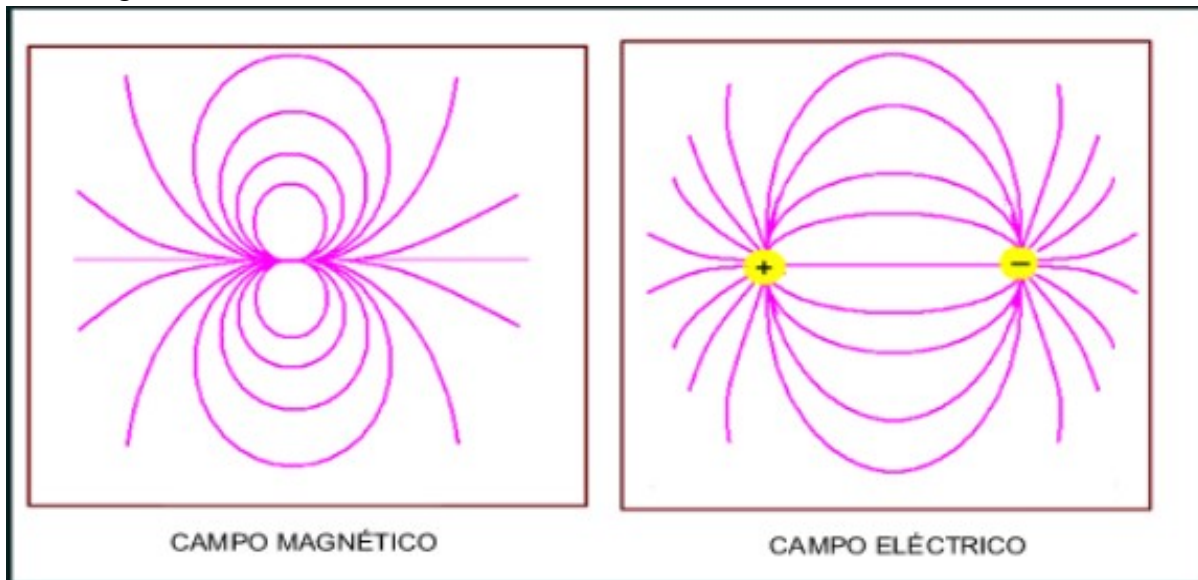
Acostar al bobinat secundari una bombeta halògena i un fluorescent.





Indagant una mica en aquest fenomen que succeeix en la bobina tesla, és a dir, que les bombetes i els fluorescents s'engeguin sense ni tan sols acostar-los massa, he trobat una hipòtesis plausible a aquest fenomen.

Partim de la base que la bobina tesla genera un gran camp electromagnètic. Aquest camp s'extén per l'aire de les següents maneres:



Com podem provar que genera aquest camp magnètic?

Utilitzant el mètode hipotètic-deductiu proposo un experiment fàcil per descobrir si es veritat que es genera aquest camp magnètic, amb una brúixola magnètica acostar-la a la bobina Tesla sense engegar i llavors engegar-la, si l'agulla es mou (encara que sigui molt poc temps) sabrem que es genera un camp magnètic. (tot i que no caldria fer aquest experiment ja que les lleis de l'electromagnetisme diuen que el corrent circulat en un fil conductor ja genera un camp magnètic, i si a més a més poses el fil en solenoide o bobina aquest efecte es multiplica).

Material per l'experiment:

Brúixola magnètica



Brúixola digital



Bobina tesla



Funcionament de l'experiment:

Es comprova la funcionalitat de la brúixola magnètica mitjançant l'ús d'una brúixola digital, si aquesta funciona s'apropa a la bobina tesla apagada i un cop es aprop s'encén, si la punta canvia de cantó encara que sigui per un instant es comprovaria que la bobina genera un camp magnètic.

Bobina tesla apagada



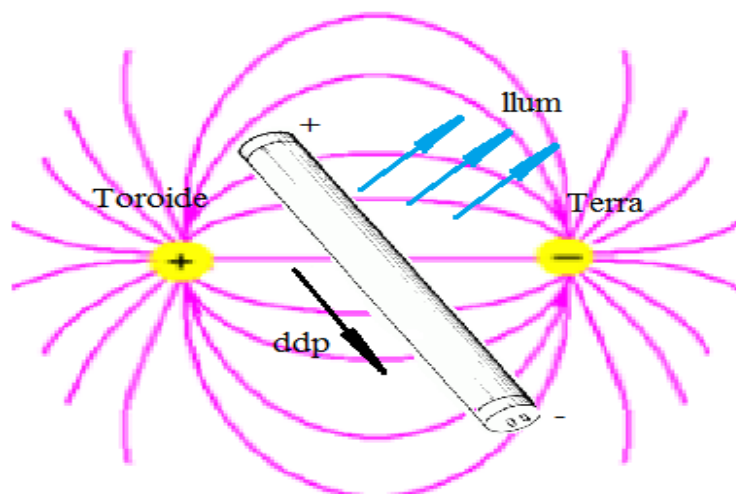
Bobina tesla encensa



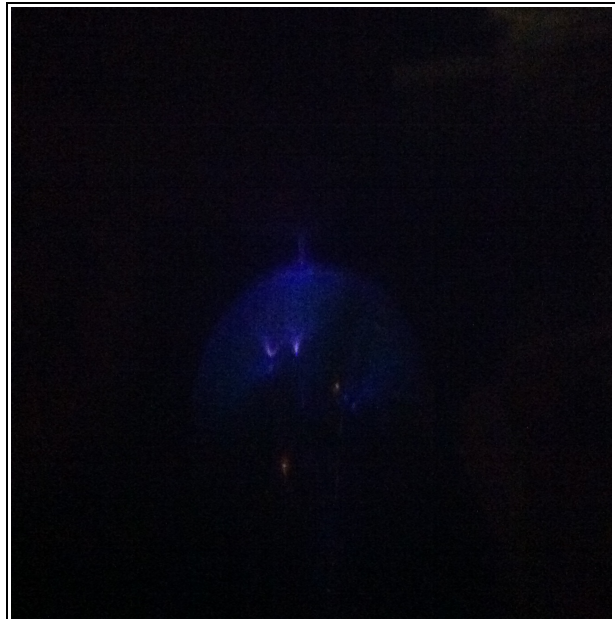
Per tant podem dir que la Bobina tesla genera un gran camp magnètic .

Però tornant al efecte de electricitat sense fils, com es genera aquest efecte?

A partir del dibuix del principi on es veu com funciona un camp elèctric arribó a la següent conclusió, el bobinat secundari actua com el positiu del camp elèctric, i el negatiu es terra, per tant jo acosto un fluorescent. Per exemple, al acostar-li un dels borns el camp es genera una diferència de potencial (ddp) que circula per el fluorescent fins arribar al altre born, llavors aquest voltatge circulant en el fluorescent és el que fa que s'encengui.




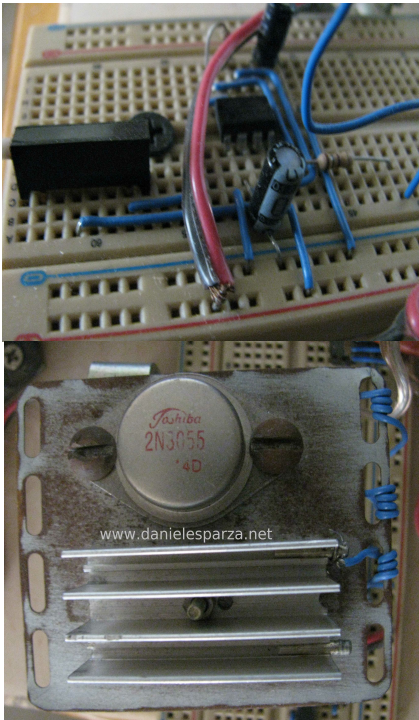


Connectar una bombeta de filament al bobinat secundari.



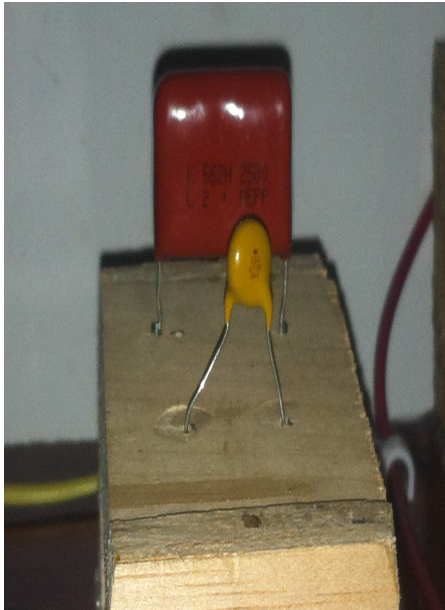


8. Comparació amb altres bobines

Un cop construïda la bobina podríem comparar-la amb d'altres, com per exemple la d'en Dany Esparza, de la qual he pres exemple per a construir la meva).

| | <u>Meva</u> | <u>Dany</u> | <u>Observacions</u> |
|--------------------|---|--|---|
| Oscil·lador |  |  | <p>Comparant els circuits oscil·ladors podem observar que no existeix gran diferència entre ambdós ja que fins i tot el transistor d'en Dany treballa amb un intercanviador de calor per refrigerar-lo.</p> |
| Flyback |  |  | <p>Els Flybacks es diferencien en què el meu flyback segurament no es tan potent com el seu, ja que com es pot apreciar l'iman del d'en Dany es bastant més gran que el meu.</p> |

Condensador HV



Els condensadors d'en Danny tenen més capacitancia ja que tenen 0,1 uF i els meus no hi arriben.

Explosor



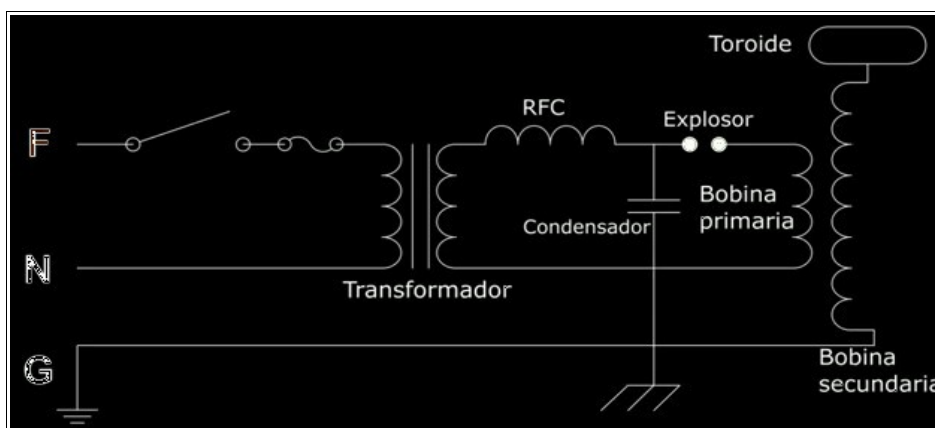
Els explosors són dos cargols separats per aire, però el meu disseny permet modificar la distància entre els cargols fins i tot amb la caixa sellada hermeticament cosa que la d'en Dany no.

Bobinats


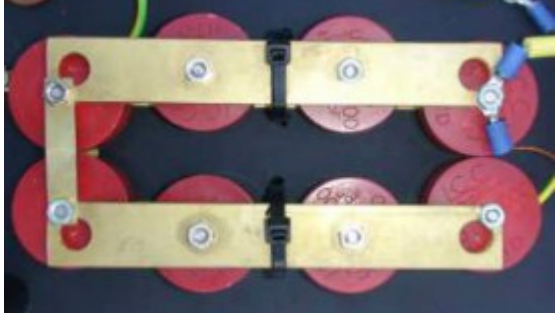
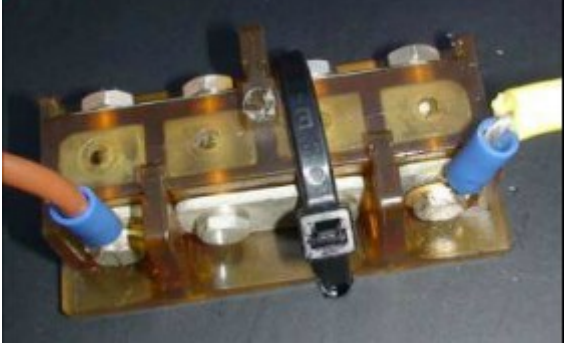


Els bobinats secundaris són idèntics ja que són coure enrotllat, però el primari de la meva bobina té les espines més separades per augmentar la inducció en el bobinat secundari i aconseguir uns arcs voltaics més grans i un camp elèctric més potent.

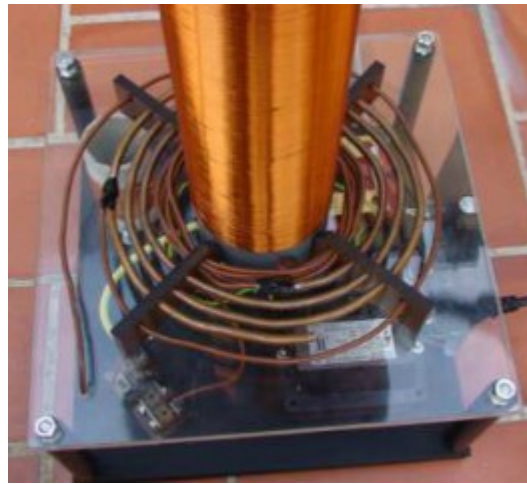
La bobina d'en Daniel i la meva s'assemblen perquè hem utilitzat el mateix esquema base, però si comparem la meva bobina amb d'altres que no són de baixa potència com els esquemes que vaig descartar en el disseny de la meva bobina Tesla es veuen unes diferències més grans. Per Exemple compararé la meva bobina amb la d'un noi que va utilitzar aquest esquema.



Les diferències són fàcilment apreciables:

| | |
|---------------------------------------|--|
| <p>transformador principal</p> |  <p>Transformador de corrent alterna no flyback com en el meu projecte, per tant no necessita oscil·lador ja que la freqüència li ve donada per la xarxa.</p> |
| <p>Banc de condensadors</p> |  <p>Els condensadors del seu projecte han de aguantar molt més voltatge i han de tenir una capacítancia major ja que no pot ajustar la freqüència del transformador a la freqüència de ressonància.</p> |
| <p>Explosor</p> |  <p>Al tenir un major voltatge el seu explosor ha de estar més separat o en aquest cas tenir més terminals, aquest explosor està format per 8 terminals.</p> |

Bobinat primari



El bobinat primari es del tipus plà, no com el meu que es cilíndric.

Bobinat secundari

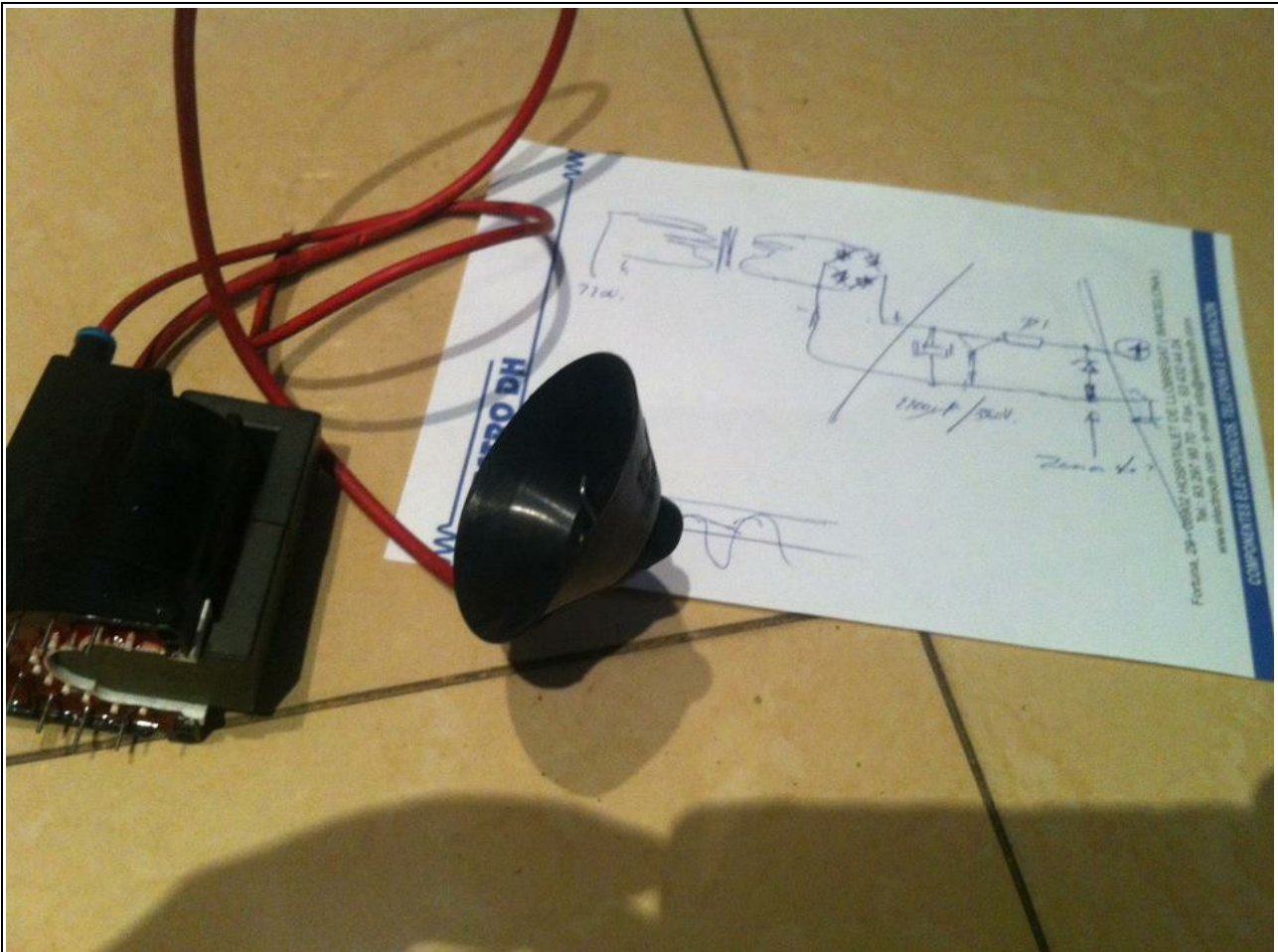


Els bobinats secundaris s'assemblen perquè són el mateix, però el seu és molt més alt i amb un diàmetre més gros.

Bàsicament la conclusió al comparar la bobina es que totes tenen un patró bàsic (la estructura) però que depèn de la potència has de modificar els paràmetres (des de capacítancia, a voltes en el bobinat primari, fins i tot terminals del explosor) per aconseguir que aquesta ressoni, és a dir funcioni.

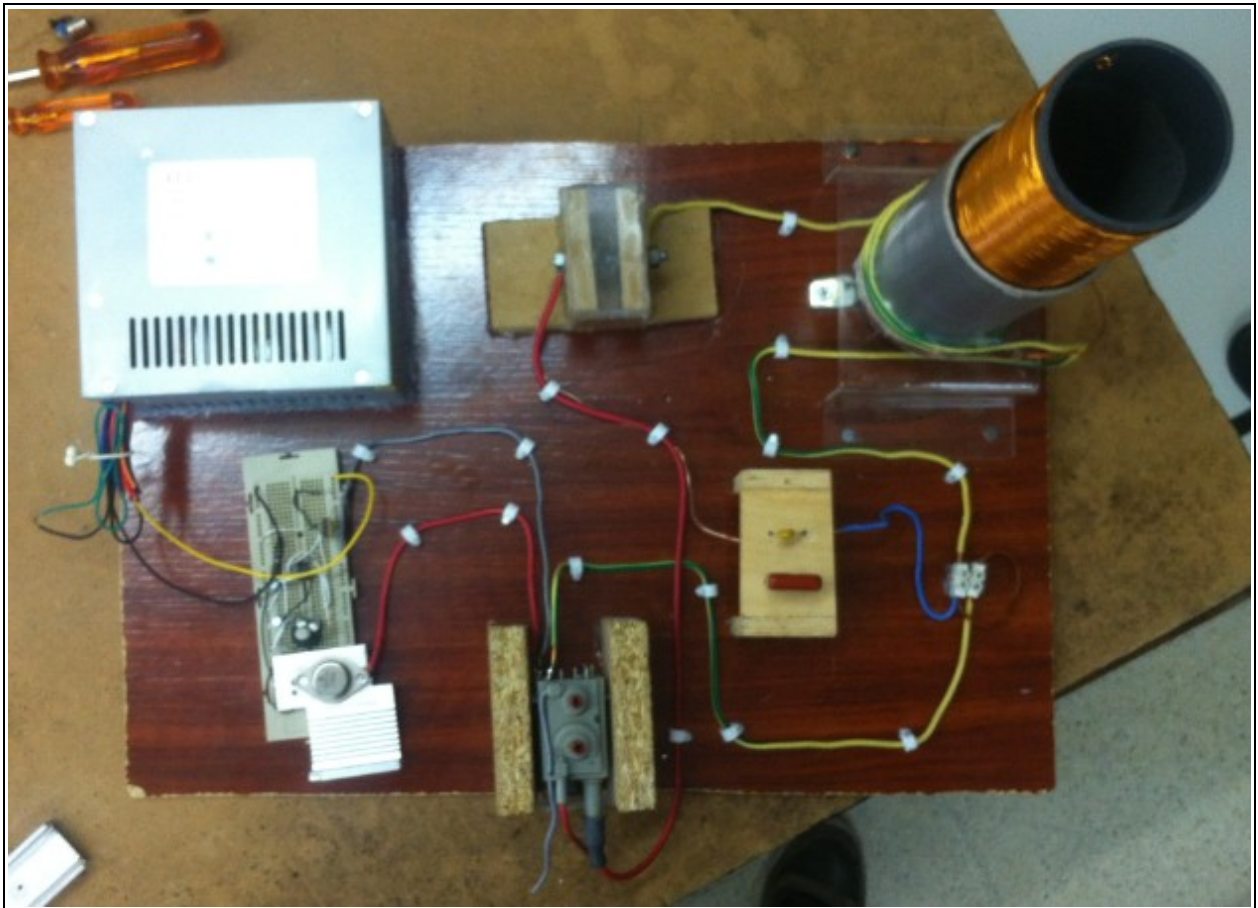
9. Possibles millores

Les principals possibles millores en el meu projecte són les que farien possible que la meua bobina fes uns arcs voltaics al bobinat secundari més grossos, canviar el transformador de línies o flyback i posar més condensadors per contrarrestar les reactàncies positives. Em vaig posar a buscar un flyback més gran, vaig anar a preguntar al Telestil i m'en van donar un d'una televisió pioner de 28", dels més potents que hi havia a la botiga.



A part de canviar el transformador en Josep de Telestil em va donar 3 o 4 recomanacions que anirien bé per el meu projecte, em va suggerir que provés a construir-me la meua pròpia font d'alimentació seguint l'esquema de la foto aconseguiria una alimentació a 95V cosa que si que excitaria bé el flyback. Malauradament es va d'oblidar que el circuit oscil·lador funciona a 5 V per tant necessitaria un limitador de tensió de més resistent, que podria fer-se malbé per això la alimentació a 95 V es una modificació que no duré a terme. Però per augmentar la inducció en el bobinat secundari i per tant els arcs voltaics si que puc dur a terme una petita modificació de respecte la d'en Dany, que es separar bastant les espines del bobinat primari, cosa amb la qual aconseguixes una més bona inducció al secundari.

També es podria construir una toroide per veure si realment ajuda a que les ones electromagnètiques s'estenguin millor i per tant ajudi a una millor ressonància. Es podrien afegir un parell de condensadors més així augmentar la capacítància del banc de condensadors i veure si això també afecta al rendiment de la bobina. Per últim es pot provar de canviar el potenciòmetre de 10 kohms per un de més resistència, i així al ajustar la freqüència millor, ja que té un ventall més ampli, es pot intentar trobar la més adequada fins i tot la freqüència de ressonància, per això es important el circuit oscil·lador.



Totes aquestes modificacions no les duré a terme gairebé cap, ja que si qualsevol cosa sortís malament tota la feina fins al moment s'en aniria a norris, i prefereixo que funcioni encara que els raigs siguin d'uns pocs centímetres que no arriscar-me a que no funcioni per aconseguir raigs de més de 10 cm.

10. Conclusió

Moltes hores de feina després de que escollis aquest tema per al meu treball de recerca finalment he aconseguit el meu objectiu: construir una bobina Tesla. Estic realment content, ha sigut molt i molt divertit fins i tot la feina més dura, i aquests últims dies en els que he pogut experimentar amb la electricitat sense fils m'han dut a pensar en aquesta pregunta: la vessant pràctica del meu treball es podria aplicar a la vida quotidiana? Bé, últimament s'està desenvolupant aquesta idea de transportar energia sense cables, sobretot des de que va sorgir un projecte d'energia renovable que podria canviar per complet el camí per el que va el nostre món. El 30% de l'energia elèctrica del món es podria fabricar en unes macroinstalacions d'energia solar disposades en els 3 dels llocs de la terra on aquesta energia són maximitzades per aconseguir un alt rendiment (Deserts del Sahara i Gobi, i Austràlia) com sempre però, el problema seria transportar aquesta energia, perquè una línia de cable fins a Australia no crec que fos massa factible per consumir l'electricitat des de Europa, això vol dir fins i tot avui en dia encara no s'ha desenvolupat la tecnologia necessària per a dur a terme aquest projecte, tot i que gràcies a la ciència i la tecnologia cada dia hi som una mica més aprop.

Així que concloent, després d'aquesta petita reflexió on penso si la bobina Tesla podria estar aplicada a les nostres vides quotidianes extrec la conclusió que la humanitat encara està molt lluny de poder dominar aquesta idea de transportar electricitat inalàmbricament perquè en el seu moment no vam fer cas a Nikola Tesla el vam titllar de boig i el vam deixar morir sol, quant tota aquella saviesa podria haver sigut transmesa i aprofitada per algú que avui en dia podria estar dissenyant cotxes que funcionen sense combustibles, ni bateries ja que al transmetre la energia inalàmbricament estarien contínuament connectats i no necessitarien bateries on emmagatzemar càrrega. Per tant fins que aquesta idea d'una nova tecnologia alimentada sense cables no es desenvolupi podríem dir que estarem un pas enrere, però com deia Vladimir Ilich Lenin *“a vegades fa falta donar un pas enrere per poder donar-ne dos cap endavant”*.

11. Bibliografia

Pàgines Web:

Moltes de les pàgines web que he visitat m'han ajudat a dur a terme aquest projecte tan ambicios.

Slideshare.2010.Presentació como hacer una bobina Tesla.setembre del 2011

- <http://www.slideshare.net/kaznar/cmo-hacer-una-bobina-tesla>

Cientificos aficionados.2009.como construir una bobina Tesla. Setembre del 2011

- <http://www.cientificosaficionados.com/tesla/tesla1.html>

LG.2002.Computer monitor datasheet.Abril del 2012

- http://mobrepair.ru/files/Computers/Monitors/LG/FB774G_774FT/FB774G%20%20%20%20774FT.pdf

cienciafacil.2007.como construir una bobina tesla simple. Octubre del 2011

- <http://www.cienciafacil.com/tesla.html>

ikkaro.2010.video de como hacer una bobina tesla. Octubre del 2011

- <http://www.ikkaro.com/como-hacer-bobina-tesla>

cienciafacil.2008. Bobina tesla con materiales caseros. Octubre del 2011

- <http://www.cienciafacil.com/BobinaTesla.html>

wikipedia.2012.Nikola Tesla. Novembre del 2011

- http://en.wikipedia.org/wiki/Nikola_Tesla

wikipedia.2012.Tesla coil. Novembre del 2011

- http://en.wikipedia.org/wiki/Tesla_coil

teslacoildesign.2009. Tesla coil design construction and operation guide. Novembre del 2011

- <http://www.teslacoildesign.com/>

instructables.2008. How to build a Tesla Coil. Novembre del 2011

- <http://www.instructables.com/id/How-to-build-a-Tesla-Coil/>

luolamies.2008. Small tesla coil. Desembre del 2011

- <http://www.luolamies.org/tesla/>

richieburnett.2005. Operation of the tesla coil. Desembre del 2011

- <http://www.richieburnett.co.uk/operation.html>

danielesparza.2009. Como construir una bobina tesla. Gener del 2012

- http://danielesparza.net/espanol/index.php?option=com_content&view=article&id=4:instructivo-bobina-tesla&catid=3:proyectopersonal&Itemid=7

12. Annex

Annex A-

Aquí hi han els correus electrònics enviats a en Daniel (negreta) i les correspondents respostes.

Sr Daniel le soy franco, soy un estudiante de bachillerato i estoy haciendo como trabajo de final de curso la construccion de una bobina tesla. Tu pagina me ha ayudado a convencer a mis profesores que su construccion es posible sin trabajar a altísimos voltajes. Como esquema usare el tuyo ahora necessito un poco de información -que resistencias en ohmios i con que potencia dissipadora usaste en el oscilador? -los C+ que usaste en el circuito oscilador que capacidad tienen i que voltaje aguantan? -que flyback usaste (detalles como de donde lo sacaste) como se maneja, i que voltaje necesitas que de en el circuito de alto voltaje con el condensador de HV i la bobina primaria? -donde conseguiste el capacitor de HV? usaste uno solo o hiciste un circuito en serie paralelo con condensadores de tolerancia voltaica mas baja?

Eloi,

Disculpa que no te pueda dar muchos detalles. Lamentablemente si te doy valores fijos de los componentes te vas a decepcionar, ya que la probabilidad de que tu proyecto no funcione es muy alta. Esto se debe a que la bobina que vas a construir va a ser diferente a la mia y por ende la frecuencia de sintonizacion va a ser distinta. Tal vez no comprendas muy bien estos conceptos, pero tratare de explicartelo de la manera mas sencilla que pueda. El flyback lo conseguí de un televisor viejo. Relamente no tengo un numero de serie puesto que no cuenta con etiqueta alguna pero puedes usar uno de una tele de unas 30 pulgadas. Si visitas la liga que puse para ver como determinar las terminales para conectar el circuito primario entenderas un poco mas....

Basicamente lo que necesitas es un circuito que genere una onda cuadrada para activar el transistor que energizara la bobina. Use un transistor para meterle un voltaje bajo (12v) puesto que los altos voltajes son muy peligrosos. El secreto, como lo he recalado mucho en la pagina, es la distancia del explosor. El explosor no es otra cosa mas que dos contactos separados por aire. En mi caso puse tornillos que casi se tocan... Probablemente la distancia sea menos de medio milimetro... El capacitor tambien lo saque de una television vieja y otros capacitores los compre por internet. Creo que el capacitor es de 1.6KV y la capacitancia realmente la desconozco, pero busca el capacitor que tenga mayor capacitancia a ese voltaje. Si necesitas mas detalles, por favor escribe a mi otra direccion de correo personal: esparza_daniel@hotmail.com

Gracias por Tus consejos, pero aún tengo una pregunta, el flyback es necesario o con un transformador elevador ya hay suficiente?¿ en el caso que no sea suficiente seguro que en algun desguace tiene que haber televisiones antiguas con flybacks y a lo mejor encuentro unos capacitores que soporten un voltaje alto . Muchas Gracias Daniel por tu ayuda, una última pregunta. Querrias salir en mi trabajo (como Fuente de información y voz experta que me ha ayudado), ahora si muchissimas gracias daniel espero respuesta .

-El motivo por el cual use el flyback es por que contiene. Un diodo rectificador en la salida, creando un alto voltaje en DC. Creo que un transformador elevador tmb funciona pero deberas incluir el diodo al final. Si gustas citarme como referencia esta bien Suerte

de acuerdo i el voltage en el circuito secundario cuanto tiene que ser he leído en algunas web que 4000 voltios como minimo pero si el condensador para que funcione bien tine que poder soportar el 2ble del voltage al que es expuesto i es de 1,6 kV entonces con 800 V hay suficiente?

Vas a necesitar el doble. De hecho 1.6kv seria lo minimo para romper la impedancia del aire. Basicamente como ya te mencione anteriormente y te vuelvo a recalcar, lo mas importante es el explosor o spark gap. Creo que 800v no seran suficientes, yo lleve el capacitor al extremo por que no conseguí uno mas potente...

De nada. De que parte del mundo me escribes?

De españa, concretamente al norte cataluña.

Que bien, me da gusto saber que mi proyecto sea visto en todo el mundo. Yo soy de mexico

Ei dani, hace días que llevo trabajando en la bobina y creo que ya tengo todos los parametros controlados para empezar a construirla, pero me di cuenta al ver que no hay muchos Capacitores que soporten el voltage que necessito asi que pense si se podian conectar en serie o paralelo como en tus fotos. Que crees que seria mas conveniente sabiendo que tengo bastantes capacitores que soportan los 400 V. Por otra parte te queria preguntar que si la inducción entre la bobina primaria i secundaria se debe a los efectos del electromagnetismo en AC como en un transformador de corriente alterna, como es que el circuito de alta tensión es en DC?

Es DC Pulsada...

Como puedes observar, en el secundario del "fly back" hay un diodo que rectifica el voltaje.

Puedes hacer sets de 5 capacitores en serie para que toleren 2000volts y poner varios en paralelo, dependiendo del numero de caps que tengas.

El alto voltaje en DC es para polarizar los capacitores, de lo contrario no podrias guardar mucha carga.

Espero que esto te sirva...

muchas gracias dany, de nuevo. ya lo ultimo que me falta de datos es : De que diametro es el hilo de cobre del bobinado primario i secundario ? i cuantas vueltas se tienen que hacer en bobinado secundario? gracias de nuevo.

Saludos

Como mencione en la pagina, la bobina secundaria no va a ser exacta. Creo que utilice AWG 24 esmaltado y la altura es de 30 cms approx. No conte el numero de vueltas...

Hola Dany hacia tiempo ya, bien ya tengo el trabajo teórico acabado el circuito del reloj hecho i comprobado con un osciloscopio, condensadores de alto voltaje bien no tengo que aguanten mucho voltaje el mas grande aguanta 550V pero en serie paralelo aguantaran y tengo 2 flybacks, te explico abri un televisor para sacar el flyback siguiendo el consejo de http://yoreparo.com/nav/?url=http://www.creatronica.com.ar/veriflyback_guias.htm encuentre los pines del primario y tierra pero al conectarle corriente no me daba ni un voltio 0 ! pense que estaba roto i hoy he abierto un monitor de ordenador para coger otro flyback esta es la hoja de información del monitor que he abierto.http://mobrepair.ru/files/Computers/Monitors/LG/FB774G_774FT/FB774G_%20%20%20%20774FT.pdf

la cuestión es que en este flyback en las patas ponía que era cada pata (te adjunto la foto) por si no se ve muy bien pone :

- 1)EL1 / VCP
- 2)GR1 / B+
- 3)GND
- 4)-160V
- 5)40V
- 6)ABL
- 7)GND
- 8)400V
- 9)D.F
- 10)EL2

Me sabrias decir que es cada uno i porqué sirven? en realidad con el bobinado primario y con los tierra ya me sirven pero si me pudieras dar un poco de información de que quiere decir cada uno podria completar más mi trabajo.

Gracias de nuevo Daniel.

Espero respuesta.

Dani ya no hace falta! fui a una tienda de electronica y me encontraron el circuito interno de mi flyback la cosa es el de la tienda me dijo que a simple ojo me daba 10kV ese flyback me sigue sirviendo tu circuito? en caso de que sirva que hago cables más gruesos condensadores el de la tienda me regalo condensadores de alto voltaje a montones jaja, y el explosor un poco más separado i ya esta no?

Que tal Eloi

Si te funcionara pero recuerda siempre tener mucho cuidado. Trata de mantener la distancia del

explosor al mínimo cuando lo empieces a probar. Jamás, por ningún motivo toques el explosor aun si el circuito esta apagado sin antes descargar el banco de capacitores. La frecuencia de resonancia del circuito va a cambiar cada vez que modifiques la capacitancia. Esto es, si reemplazas algun capacitor es muy probable que tengas que cambiar la frecuencia del reloj. Te sugiero que utilices un potenciómetro para que puedas ajustar la frecuencia. Entre mas juntos tengas los contactos del explosor, creo que sera mas sencillo hacer funcionar la bobina. Realmente yo construí mi bobina en base a prueba y error.

Espero que esto te ayude. Exitó con tu proyecto.

Saludos

Dani funciono la bobina funciono!! solo hice un arco de unos cm, pero aun asi hizo arco, lo que no hizo es un campo electrico muy potente, alguna idea para potenciar el campo electrico?

Eloi, me da muchísimo gusto, que funcionara tu bobina si puedes publicar un video en youtube estaria genial

Lo de los arcos, pues realmente creo que la intensidad depende de que tanta energia puedas cargar y descargar de los capacitores, por ende creo que un banco de capacitores mas grande hara el trabajo' Felicidades!!!

Annex B-

aquí definiré algunas de les paraules tècniques utilitzades durant el treball i referents a l'electronica, tecnologia ...

Quintetoscopi: Fou el precursor del modern projector cinematogràfic.

arc voltaic: Es una descarga eléctrica que es forma entre 2 electrodos sotmesos a una elevada diferencia de potencial.

Reactàncies: Es la part imaginaria de la impedància generada per components inductors o capacitors en un circuit de corrent altern

Impedància: es la mesura de la manera i el grau en que un circuit de corrent altern resisteix el pas del flux del corrent.

Inductància: Es una mesura del flux magnètic al llarg d'un circuit creat per el corrent elèctric.

Capacitància: Es una magnitud física que defineix la facultat d'un cos per emmagatzemar càrrega

díodes: Es un dispositiu electronic polaritzat format per 2 electrodos actius (mena de vàlvula antiretorn)

placa ariston repro: placa que serveix per el muntatge de circuits electronics sense soldadures.

lleis d'ohm: lleis que estableix que en un circuit de CC el voltatge en un circuit es igual al producte de la intensitat per la resistència.

Agraïments

A en Danny Esparza (col·laborador des de Mèxic),
a en Xevi Sala, Javi Roman, Narcís Masmartí,
Alfons V.S (Trompetista de *dekrepits*),
a Telestil (Botiga d'electrodomèstics)
Alberto Perales, Jaume Salvat i, en general,
a l'quip docent del IES el Pedró per l'ajuda
i el material utilitzat en la realització d'aquest projecte.

A tots els companys i familiars que m'han ajudat.