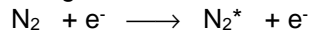


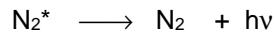
# CONSTRUCCIÓ D'UN LÀSER DE NITROGEN

## Teoria

Quan un corrent elèctric d'alt voltatge es descarrega en gas nitrogen a baixa pressió, pot generar polsos de radiació electromagnètica coherent, la qual cosa representa un feix de llum làser de longitud d'ona de 337,1 nm. La longitud d'ona pertany a la regió ultraviolada de l'espectre electromagnètic. La radiació làser comença quan una molècula de nitrogen a temperatura ambient absorbeix energia en col·lisionar amb un electró en moviment durant l'instant de la descàrrega d'alt voltatge. La col·lisió origina una molècula en un estat excitat:



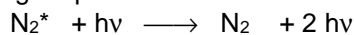
Normalment, aquesta molècula excitada retorna a l'estat fonamental de menor energia, emetent un fotó de longitud d'ona de 337,1 nm:



Aquest fotó pot:

- ser absorbit per una molècula de nitrogen, lo qual implica que no es produirà emissió estimulada
- provocar l'emissió estimulada o efecte làser.

Si el fotó emes, passa a prop d'una altra molècula de nitrogen també en estat excitat pot estimular a la molècula a emetre un altre fotó d'igual longitud d'ona. En aquest cas, els dos fotons es mouen en la mateixa direcció i tenen les longituds d'ona en fase, el resultat és un pols de radiació que conté el doble d'energia que un únic fotó:



Això és una radiació làser.

L'acció continua durant tant de temps com el pols generat trobi molècules de nitrogen en estat excitat. No obstant el procés acaba aviat, per què quan nombre molt alt de molècules assoleixen un estat excitat també un nombre molt alt de molècules retornen al seu estat fonamental. Malauradament, en el cas del nitrogen, el temps durant el qual estan les molècules en estat excitat és menor que el temps que tarden en assolir aquest estat. El nombre de molècules en l'estat fonamental creix molt més ràpidament que el nombre de molècules en estat excitat, lo qual determina la fi de l'estat d'inversió de població i per tant la possibilitat d'obtenir l'efecte làser. Com que el nitrogen absorbeix l'emissió electromagnètica de 337,1 nm, els fotons emesos són absorbits per les molècules de gas en estat fonamental.

Els làsers de nitrogen es coneixen com "làsers auto absorbents" El temps que tarda en acabar l'efecte làser, des de que comença l'excitació de les molècules és menor de 10 nano segons.

El truc per aconseguir l'efecte làser en el nitrogen consisteix en construir un mecanisme que envii, gairebé instantàniament, un elevat corrent d'electrons a alt voltatge perpendicular a una columna de gas, el qual convé que estigui a baixa pressió. Un dispositiu adient que fa d'interruptor, assegura un corrent de milers d'ampers en un temps inferior als 10 ns. El dispositiu és prou senzill, tant en el seu principi de funcionament com en la seva construcció per poder fer a l'escola.

## El dispositiu

El dispositiu consisteix en dues làmines metàl·liques separades d'una tercera làmina també metàl·lica i d'igual superfície total per un full de plàstic que fa d'aïllant. El conjunt es comporta com un parell de condensadors adjacents muntats en paral·lel. L'espai entre les dues plaques superiors correspon a la zona on es produiran les descàrregues a través del nitrogen de l'aire. Els dos condensadors estan interconnectats per una resistència bobinada. Els condensadors es carreguen en aplicar una diferència de potencial entre les dues plaques interconnectades i la placa comuna inferior. Un cop carregats, la diferència de potencial entre les dues plaques superiors a través de l'espai que deixen és zero.

Quan un dels dos condensadors es descarrega, s'origina una elevada ddp just entre les dues plaques superiors, la qual provoca que un elevat nombre de molècules de nitrogen assoleixin l'estat excitat.

## Com funciona

El dispositiu que fa d'interruptor és el responsable de que un dels dos condensadors es descarregui bruscament, en curtcircuitar les plaques superior i inferior. En aquest moment s'origina un corrent que salta entre les dues plaques superiors.

El corrent que salta entre l'espai que es deixa entre les dues plaques superiors ve originat per que s'ha creat una diferència de potencial entre la placa que acaben de curtcircuitar i l'altra placa superior. El corrent pren la forma d'un front d'ona circular que es desplaça a velocitat propera a la de la llum a través de la placa curtcircuitada. Hi ha un instant en que una de les plaques superiors queda al mateix potencial que la placa base, mentre que l'altra placa superior, conserva el potencial inicial. Això origina una ddp molt elevada entre les vores bisellades de les plaques superiors. El temps que tarda en aparèixer aquesta ddp, des de que es curtcircuita és de l'ordre d'1 ns.

Si les vores de les plaques estan tancades dins un petit contenidor amb nitrogen a baixa pressió, el resultat és una elevada població de molècules de nitrogen en l'estat excitat. L'acció làser es produeix en els següents 10 ns. La resistència bobinada entre els dos condensadors, actua com un circuit obert quan els canvis es succeeixen en temps de nano segons.

## Es necessita

Planxa d'alumini de 35 cm x 9 cm, gruix de 2 mm

Dues planxes d'alumini 35 cm x 4 cm, gruix de 2 mm ( els costats més llargs, en bisell)

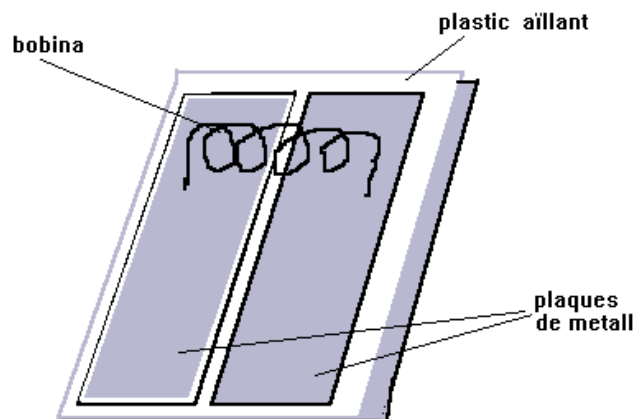
Làmina prima de plàstic aïllant 36 cm x 10 cm

Resistència bobinada de 25 k $\Omega$ , 30 W

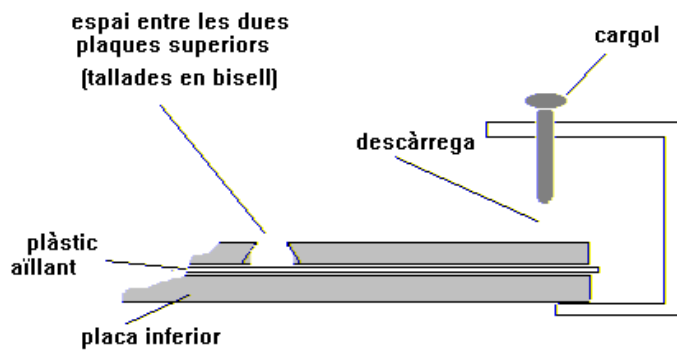
Un cargol, muntat com a dispositiu que fa d'interruptor (vegeu l'esquema més amunt)

Font d'alimentació c.c. 20 kV

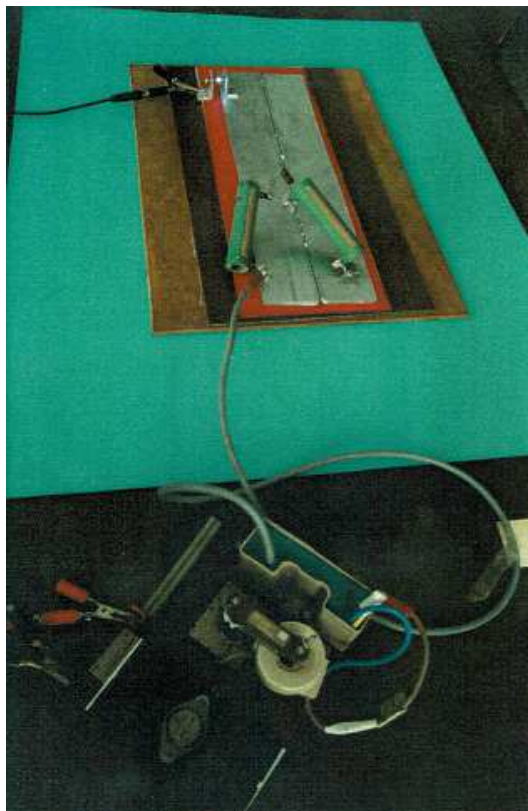
## Construcció



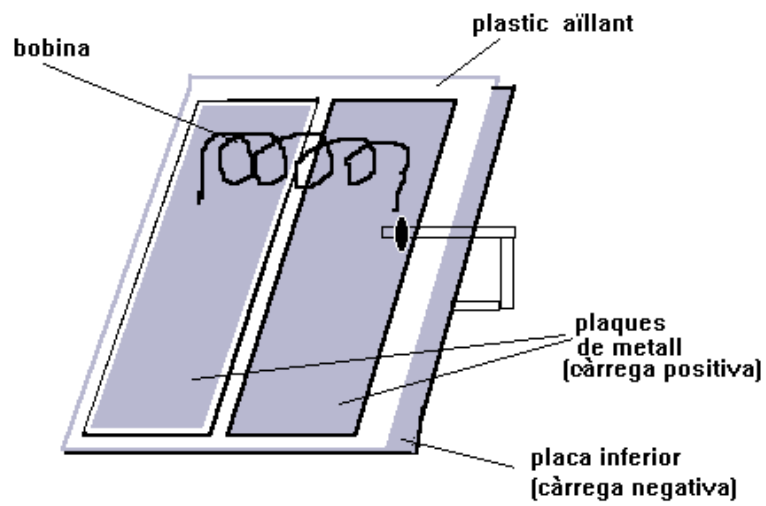
EL DISPOSITIU



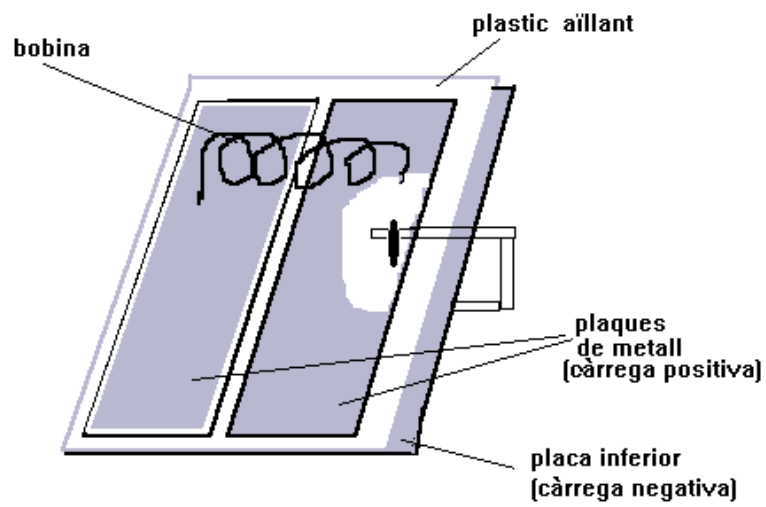
MECANISME QUE FA D'INTERRUPTOR



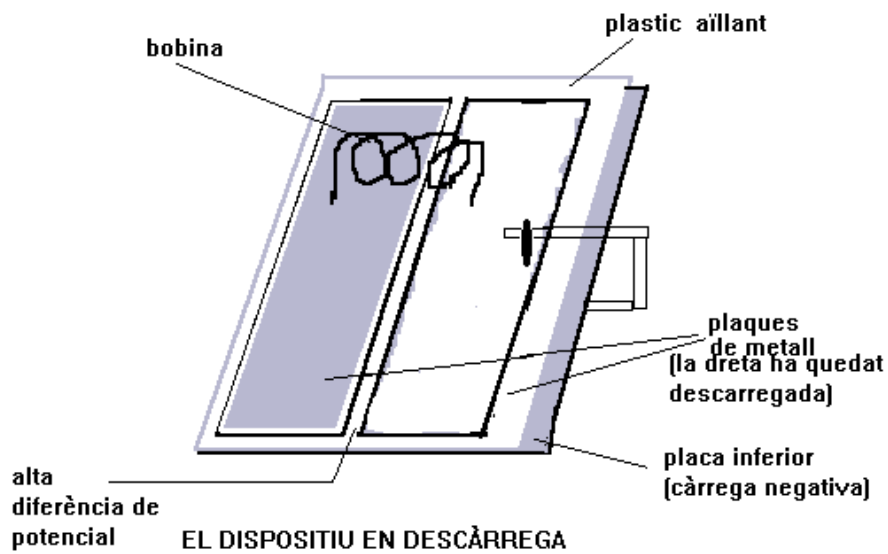
Làser en proves: podeu veure la resistència bobinada ( en aquest cas dues resistències de 25 K $\Omega$ ). En primer terme la font d'alta tensió



EL DISPOSITIU CARREGAT



EL DISPOSITIU EN DESCÀRREGA



Aquests esquemes mostren el procés de descàrrega del làser segons ha quedat explicat en l'apartat **Com funciona**

#### Bibliografia

Strong C.L. A tunable laser using orgànic dye is made at home for less than 75\$. Scientific American Feb. 1970

Strong C.L. An unusual kinf og gas laser that puts out pulses in the ultraviolet Scientific American Feb. 1974

Adés D. Commet construire soit -mêmeun laser à azote UdPPC, 684 mai 1986