



Dette dokument er tænkt som materiale til forståelse af emnet ” Statisk elektricitet ”.

Der er fundet forskelligt materiale ” derude ” som hver især giver et indblik i / et bidrag til forståelse emnet.

Dokumentlinks:

[Historie](#) [Ladninger](#) [Trielektricitet](#) [Opladning ved at gå på et gulv](#)

[Forskellige situationer med fare for statisk opladning:](#) [Helikopter og Fly](#) [Biler](#) [Materialer i bevægelse](#) [Kugleleje-problemer](#) [Lyn](#)

Hvordan udnyttes Statisk elektricitet: [Elektrostatisk Spraymaling](#) [Støvklude](#) [Laserprinter](#) [Elektrostatisk filter](#)

Skader på elektronik: [Skader på elektronik](#) [Induktion](#)

Beskyttelse mod ødelæggelse af elektronik: [Beskyttelse](#) [Arbejdsbord](#) [Opbevaring](#) [Jording af gående personer](#)

[Tutorials](#) [Diverse kredsløb](#)

The thing we call Static electricity is an imbalance in the amounts of positive and negative charges found within the surface of an object¹

Historie: Top

Ordet elektricitet er afledt af "elektron", det græske ord for rav. Årsagen er naturligvis, at der kan dannes statisk elektricitet når man gnider et stykke rav med en tør blød klud.

Så det fænomen har man kendt siden oldtiden. "Statisk elektricitet" kalder man det fordi der ikke går nogen strøm. På det persiske sprog farsi betyder det gamle ord for rav "strårøver", så også i Persien (Iran) har man vidst, at når man gned på rav, så kunne det tiltrække et tørt strå.

Aristoteles nævnte ravs elektriske egenskab, men han gjorde ikke andet ud af det.

Op gennem middelalderen foregik der ingen studier af gnidningselektricitet.

Den første, der foretog indgående studier af gnidningselektricitet, var William Gilbert (1544-1603). I år 1600 udkom Gilberts bog "De Magnete". Den handler mest om magnetisme, men den fortæller også en del om gnidningselektricitet.

I modsætning til andre samtidige skelnede Gilbert klart mellem elektricitet og magnetisme. Han nævner f.eks. at den elektriske kraft fremkaldes ved gnidning, mens magnetismen er konstant tilstede i magneten. Han skriver også, at et elektrisk legeme tiltrækker så godt som alting, mens en magnet kun tiltrækker jern.

Kilde: <http://www.fysikhistorie.dk/biografier3/ellbio.html>

¹ <http://amasci.com/emotor/voltmeas.html>



Man mener, det var Thales (636 – 546 BC), der først opdagede Statisk elektricitet.



Ladninger [Top](#)

Der kan ikke skabes ladninger. Alle ladninger findes, men man kan flytte dem. Man kan oplade en genstand med ladninger ved at flytte ladninger. Dvs. den kan oplades negativt, eller positivt. Dvs. ladningerne er fjernet, efterladende huller.

Sidder ladningerne på et elektrisk isolerende materiale, kan de ikke bevæge sig. Er materialet ledende, vil ladningerne fordele sig, så der overalt på materialet er samme potentiale.

En leder kan lede strøm, dvs. elektroner. Ledeevnen, eller mere kendt, modstanden mod elektronbevægelser, angives i Ohm. Værdier kan være fra næsten 0 ohm, (Eks: Kobber, Jern, Guld, Sølv, Aluminium,) til mange MegaOhm.

En isolator leder meget dårligt. Fx porcelæn, Gummi, Plast, Keramik.

En halvleder har en elektrisk ledningsevne, der ligger et sted imellem ledere og isolatorer. (Eks: Silicium, og Germanium.

Tribo-elektricity [Top](#)

Efter "Tribos", fra Græsk, betyder gnidning.
fra latin og græsk tribas, afledt af græsk tribein 'gnide'

" triboelectrification "



Elektroner, eller Ladninger, kan komme fra et batteri, hvor de frigøres ved en kemisk proces. De kan flyttes ved induktion, eller blot ved berøring. Fx ved at man går på et gulv.

Hver gang foden sættes ned, og løftes igen, vil elektroner i berøringsstedet "helst" sidde på den ene del. Ved gentagne berøringer oplades den ene del derfor mere og mere.



Gnidning er bare mange gentagne berøringer, der hver især medfører ladningsadskillelse.

Hvordan elektronerne fordeler sig, kan "aflæses" i en liste over triboelektricitet for forskellige stoffer.

Eks:

Lyn stammer (formodentlig) fra vandmolekyler, der har gnedet – været i kontakt med meget luft. Herved adskilles ladninger i negative og positive, der ophobes fx i toppen eller i bunden af en sky.

Bliver spændingen for stor fx i forhold til Jorden, kan der dannes et lyn.

Triboelectric series	
• Human Hands (if very dry)	MORE POSITIVE 
• Leather	
• Rabbit Fur	
• Glass	
• Human Hair	
• Nylon	
• Wool	
• Fur	
• Lead	
• Silk	
• Aluminum	
• Paper	
• Cotton	
• Steel (neutral)	
• Wood	
• Amber	
• Hard Rubber	 MORE NEGATIVE
• Nickel, Copper	
• Brass, Silver	
• Gold, Platinum	
• Polyester	
• Styrene (Styrofoam)	
• Saran Wrap	
• Polyurethane	
• Polyethylene (scotch tape)	
• Polypropylene Vinyl (PVC)	
• Silicon	
• Teflon	

<http://regentsprep.org/Regents/physics/phys03/atrimo/default.htm>

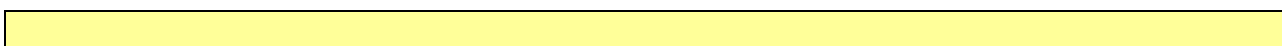
electrostatic series, triboelectric series:

1. A list of materials which produce an electrostatic charge when rubbed together, arranged in such an order that a material has a positive charge when rubbed with a material below it in the list, and has a negative charge when rubbed with a material above it in the list.
2. A type of contact electrification in which certain materials become electrically charged after they come into contact with a different material and are then separated by rubbing.

The polarity and strength of the charges which are produced are determined by the materials, surface roughness, temperature, and other characteristics.

fra: <http://wordinfo.info/unit/2178>

Men Tribo-serien er ikke entydig:



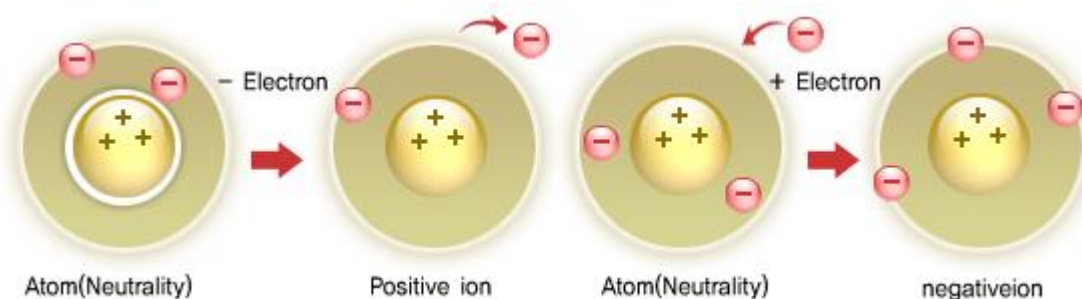
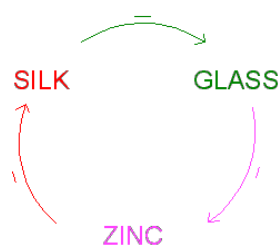


The question of whether or not materials at the positive end will always charge positive when rubbed with or contacted by materials lower in the series is not clear. If electron transfer was the only mechanism for charging, at least for certain material combinations, then such a series would certainly exist. However, instead of a uniform series of materials, some "rings" have been shown to exist. The following tribo ring of silk, glass and zinc is but one example of the inconsistencies in tribo series.

Kilde: <http://www.esdjournal.com/techpapr/twenty1/packagein.htm> m.fl.

Silk charges glass negatively and glass charges zinc negatively, but zinc charges silk negatively. This is the case even though glass is higher than silk and silk is higher than zinc in most tribo series. One may not rely totally on a tribo series to determine the polarity of the charge for the contacting or rubbing together of two materials.

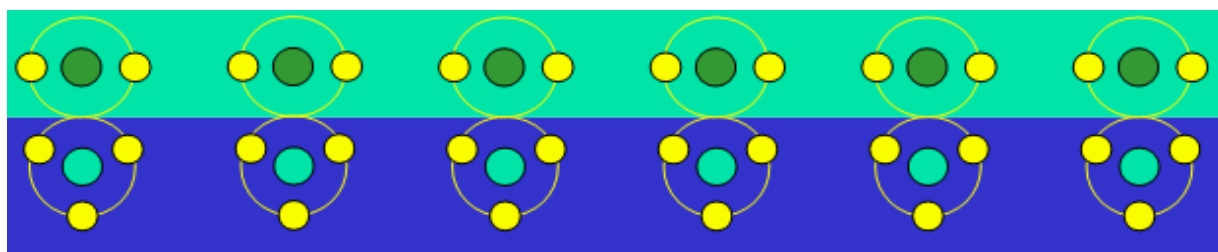
A TRIBO RING



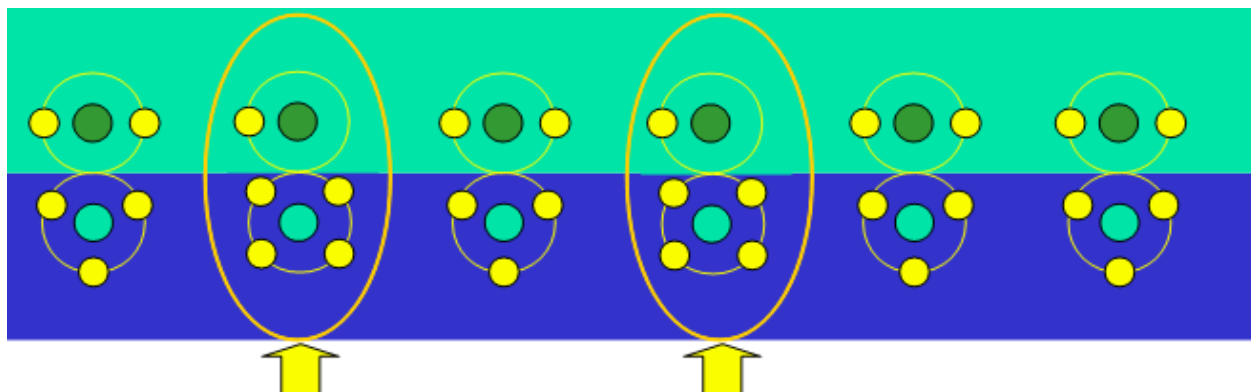
Her et billede af hhv. positiv og negativ ion.

<http://www.bestlogis.co.kr/negative-ion.html>

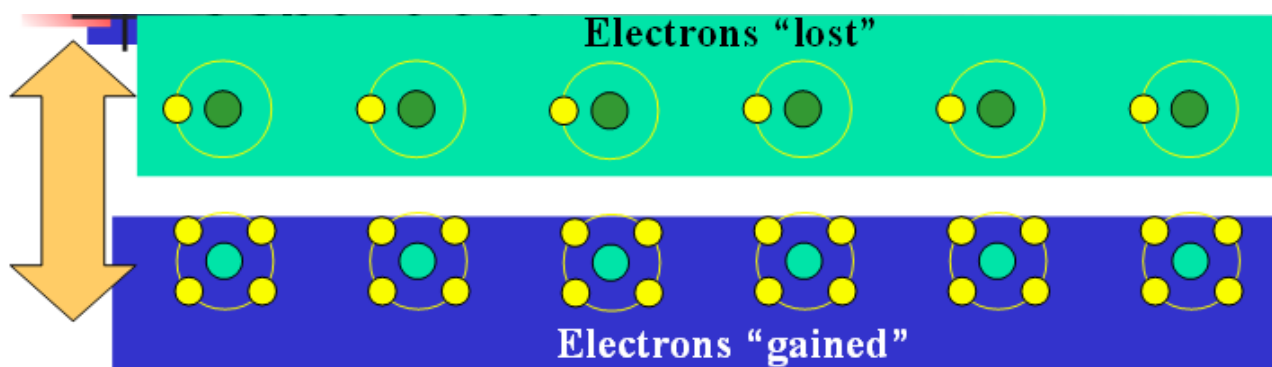
Mekanismen ved kontakt-adskillelse af ladninger:



Når to forskellige materialer er i tæt kontakt, kan de dele de elektroner, der er på materialernes overflade.



Det er muligt at det ene materiale kan ”stjæle” elektroner fra atomer i fordi de har en stærkere elektron-binding



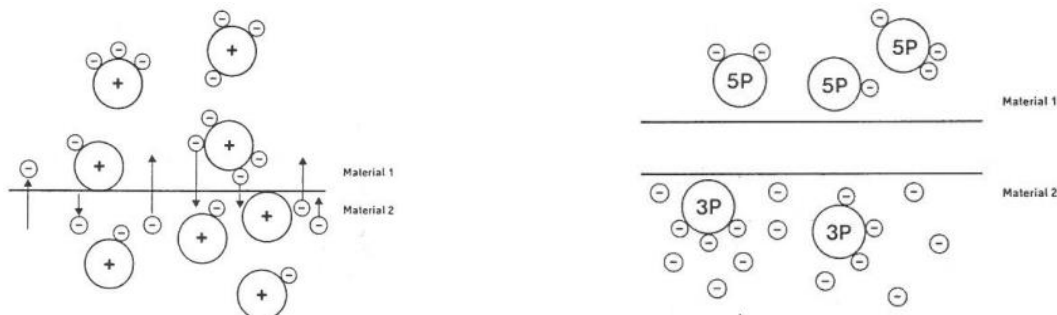
Når materialerne separeres, er elektronerne ”flyttet” fra det ene materiale til det andet materiale.

Tabet af elektroner i det ene materiale og forøgningen i det andet – skaber en ubalance af negative og positive ladninger (huller) på overfladen af materialerne.

Størrelsen af ladningen, - ubalancen – afhænger af hvor kraftig kontakten var mellem materialerne, hvor hurtigt, de blev adskilt, af fugtigheden, og af, hvilke materialer, det drejer sig om.

Jo tørrere luft, dvs. Jo lavere relativ fugtighed, RH, Relative Humidity, jo højere genereret ladning og spænding.

Kilde: mission2mnc.files.wordpress.com/2007/06/esd.ppt



Når to materialer er i kontakt med hinanden deles frie elektroner.

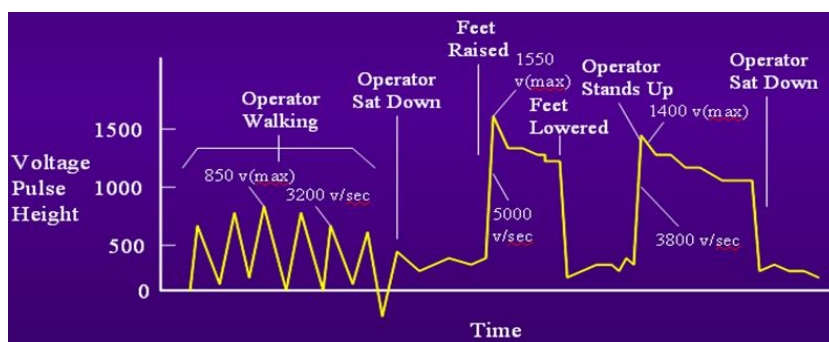
Skilles materialerne igen, kan der opstå en mangl på det ene og et overskud af elektroner på det andet materiale.

Materialerne er blevet statisk opladet.

Static electricity is generated by contact and separation. Any time two materials interact then separate, an exchange of electrons occurs between the two materials. If one or both materials are either nonconductive or insulated from ground, one or both retain a static charge. If a person or object gains electrons, it becomes negatively charged; if it loses electrons it becomes positively charged. This electron transfer is known as "triboelectric charging." Certain materials demonstrate strong, repeatable tendencies and always charge to a particular polarity (positive or negative) when frictioned by other materials.

Opladning ved at gå på et gulv. [Top](#)

Typisk spænding målt på person, der ikke er jordet, altså elektrisk forbundet til Jord.



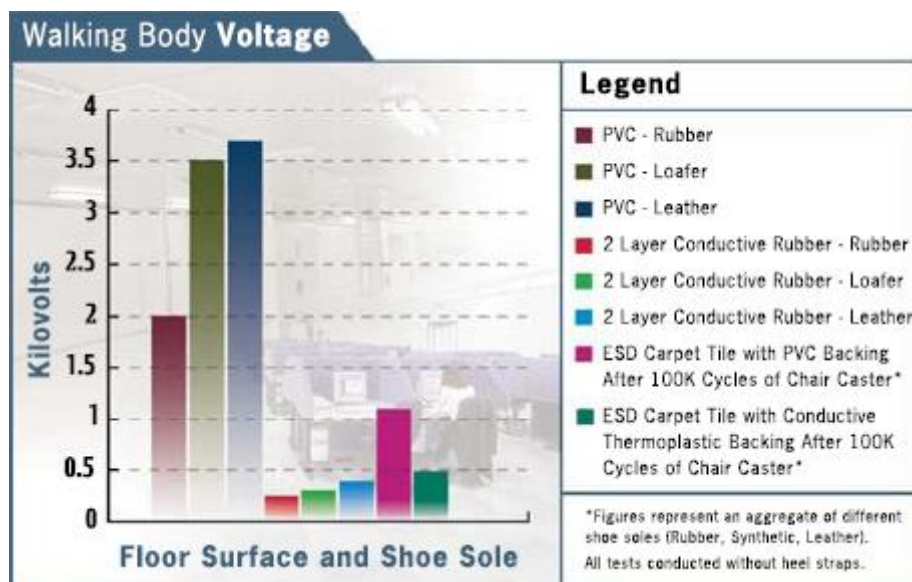
http://www.technick.net/public/code/cp_dpape.php?aiocp_dp=guide_esd_003

Forskellige belægninger og skomaterialer giver forskellige opladningsspændinger.



Den triboelektriske opladning som en person får ved almindelig gang varierer meget afhængig af gulvtypen, skosål-typen, og luftfugtigheden.

The tribocharging voltage a person develops by walking varies widely as a function of the type of flooring, the contact shoe material, and humidity (held constant during the tests).



Fra: http://www.esdtile.com/pdfs/choosing_the_right_esd_flooring.pdf



Se animeret billede på:

<http://www.regentsprep.org/regents/physics/phys03/atribo/default.htm>

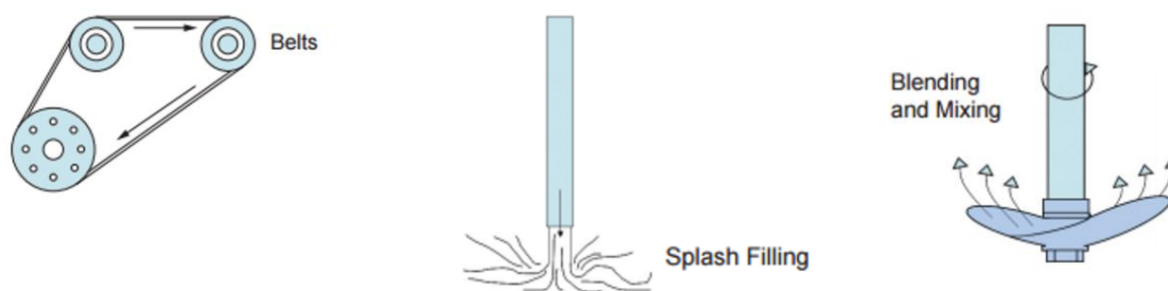
Yderligere links: www.esdjournal.com/techpapr/twenty1/tribo.doc

Forskellige situationer med fare for statisk opladning [Top](#)

Se eksplosion af benzindampe ved en tankstation [her](#): 1:20

Statisk elektricitet produceres typisk ved

- liquid flows through a pipe or hose, or through an opening in a pipe or hose
- spraying or coating
- blending or mixing
- filling tanks, drums, cans or pails
- dry powdered material passes through chutes or pneumatic conveyors
- non-conductive conveyor belts or drive belts and moving appliances are plugged into electrical outlets



Kilde: http://processoperations.com/FireExplode/FE_Chp07.htm

In addition to being dependent on the charge generation rate, charge accumulation is a function of the resistance of the path by which charges dissipate. Within a liquid, the dissipation of static electricity is dependent on a property of the liquid known as "conductivity". Some flammable liquids have very low conductivities and tend to accumulate static charges. Toluol, an example of such liquid, has a long history of causing fires.

Although the generation of static electricity cannot be eliminated, its rate of generation and accumulation can be reduced by the following procedures:

- **Piping Systems** - The most effective method of reducing the accumulation of static charges in piping systems is through proper pipe sizing to keep liquid velocities low. A recommended maximum velocity in piping systems is 15 feet per second.
- **Filling Operations** - Splash filling and free-fall of flammable liquids should be eliminated to the maximum extent practical by lowering fill velocities, by providing diverters to direct the discharge of liquid down the side of the grounded vessel being filled, or by submerging fill pipes below the liquid level in the vessel. Submerging of fill pipes in paint manufacturing vessels may not always be practical. In bulk-filling operations the velocity of the incoming liquid should not exceed 3 feet per second until the pipe-outlet is covered; the velocity may then be increased to the 15 feet per second maximum mentioned previously.
- **Filtration** - Experience has shown that this hazard maybe controlled by installing filters far enough upstream of discharge points to provide a 30 second liquid relaxation time prior to discharge. The required relaxation time depends upon the conductivity, the liquid velocity, and the type of filter. For example, the 30 second relaxation time may not be necessary with a conductive liquid.
- **Dispersing Operations** - For dispersing operations, the conductivity of the liquid should be raised, if necessary, to above 2000 conductivity units (C.U.) (2×10^{-5} micromho/cm) before particulates are added. If possible, polar solvents should be added before non-polar solvents or particulates are added. Polar solvents are more conductive than non-polar solvents. In some instances, proprietary anti-static agents, developed for use with fuels, can be used as additives to reduce the charge accumulation. Typically, only a few parts per million of the additive are required. Tests should be run to ensure that the conductivity additive does not cause formulation problems. The additive may not be suitable for use in coatings for food containers.

Fra <<http://www.srbrowne.com/booklet/page01.html>>

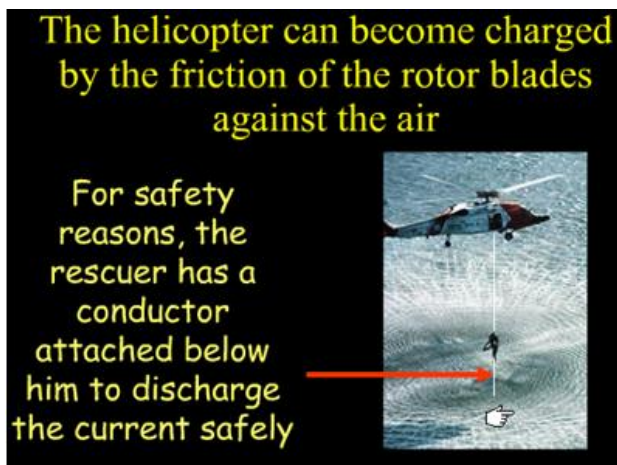


Helikopter og fly [Top](#)

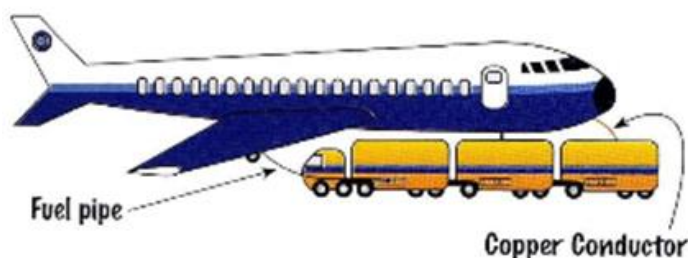
Helikopterens rotorblade ”gnider” gennem luften. Den rører meget luft.

Herved kan den ”stjæle” elektroner fra luften, og derved blive opladt.

(Positiv eller negativt ?).



http://www.slideshare.net/chalkie28/static-electricity-3?src=related_normal&rel=426580



Ladningsophobning kan også skabes på fly, der bevæger sig gennem luften. Når et fly tankes, forbindes altid en stelforbindelse mellem flyet, og tankvognen.

Biler [Top](#)

Ladninger kan også ophobe sig på køretøjer, der bevæger sig over jorden.

A car's metal body, riding on rubber tires, builds up a static charge as it drives down the road with air rubbing past it

Fra: <https://www.explainthatstuff.com/howantistaticcoatingswork.html>

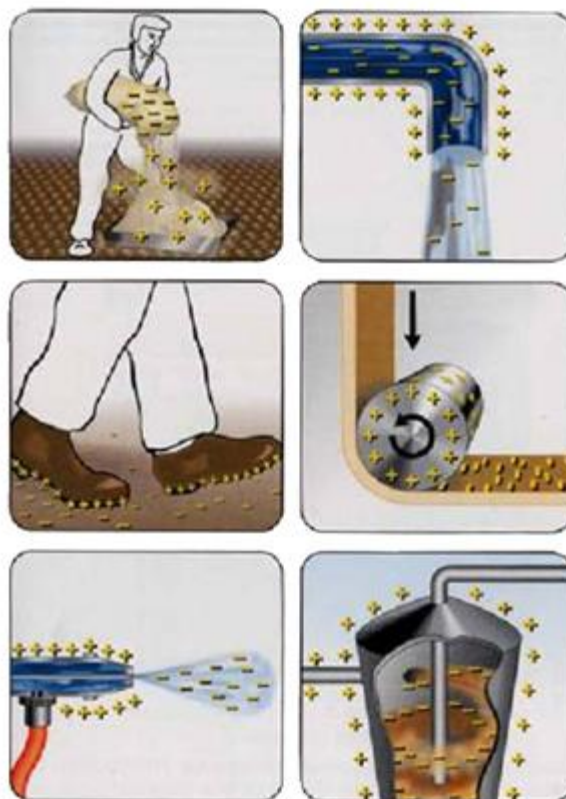
Materialer i bevægelse



Top

Og i olieprodukter, der bevæger sig gennem et rørsystem.

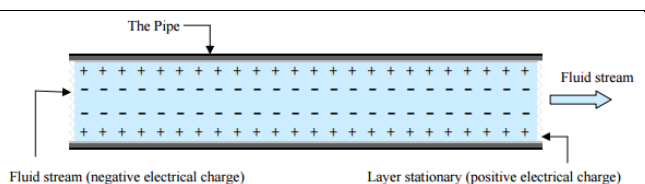
Billederne viser, hvordan ladninger adskilles, og ophobes ved forskellige aktiviteter.



Kilde: http://www.t-n-g.dk/index/faglige_emner/statisk_elektricitet

Væsker i rør Top

When fluid circulate in a pipeline, in fluid also genesis static electricity. At different points at the cross section pipeline fluid bubbles speed isn't identical. Top speed is at the center line but at the said pipeline speed is much lesser. Because of that, and because friction fluid bubbles, at the poor conduct fluid split up electrical charge at positive and negative ion, and accumulate static electricity.



http://www.forensicexp-vojvodina.org.rs/radovi/Dangerous_of_static_electricity.pdf

Luft igennem et rør kan ved statisk opladning stoppes pga. statisk elektricitet: luftflytter fra bund til top i byggemarked.

Se fx: http://www.isgintt.org/files/Chapter_03en_isgintt_062010.pdf

Lejeproblemer i vindmøller og helikopter: Top

Also referred to as: Excessive Voltage, Spark Erosion, Lightning Damage, Beading



Her vises sortfarvet fedt i et rulleleje der er brændt af gnister fra statisk udladning.

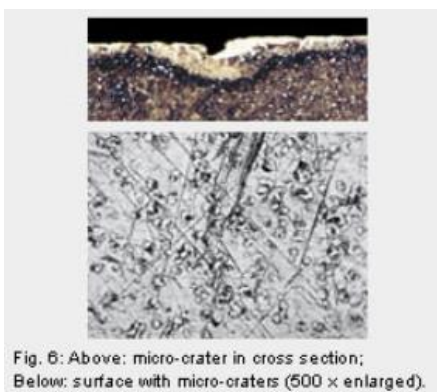
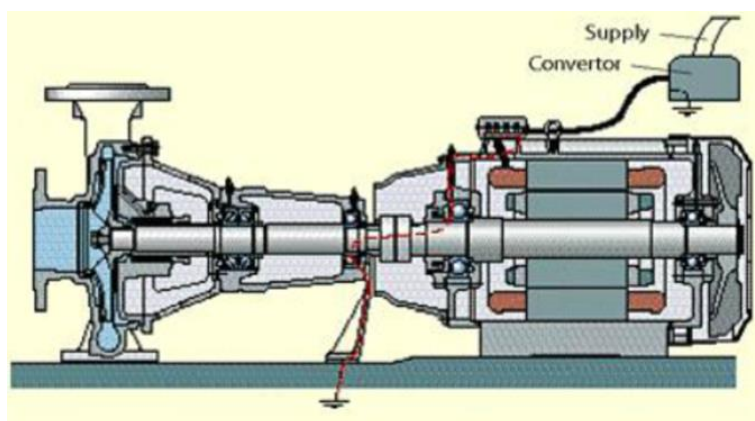
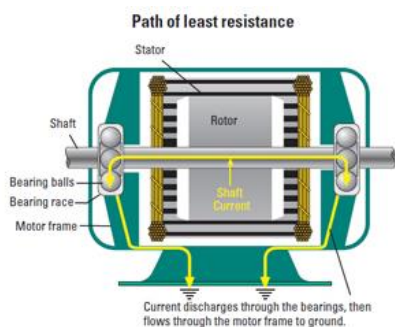


Fig. 6: Above: micro-crater in cross section; Below: surface with micro-craters (500 × enlarged).

Her er et foto af et micro-krater i et leje pga. gnist-udladning.

Ground Current, den røde linje, skal ledes uden om lejerne.



Motor shaft currents pass into the bearings and discharge with enough energy to pit the balls and outer raceways.

<http://machinedesign.com/technologies/are-your-bearings-getting-zapped>

Fra <<https://onyxinsight.com/wind-turbine-failures-encyclopedia/bearing-failures/electrical-pitting/>>

<http://jadanalysis.co.uk/bearing-failure-faq.php>

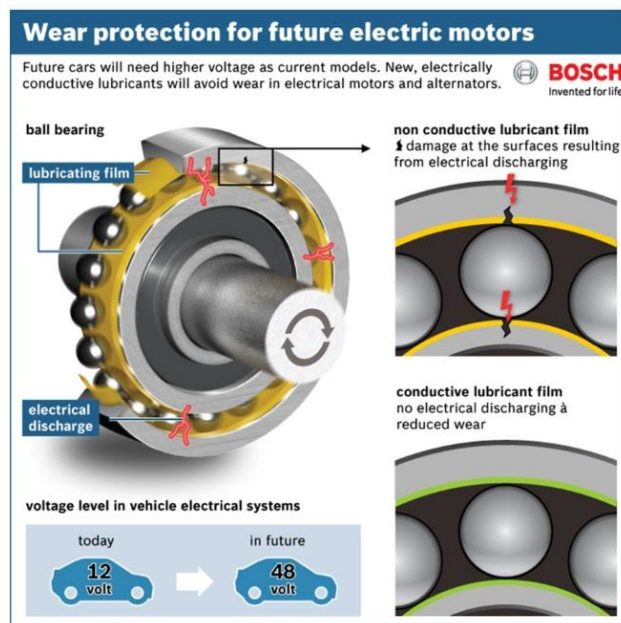
Se også: <http://www.vibescorp.ca/learn-about/shaft-currents/>



Her illustreret af billede fra Bosch. Fremtidens biler vil nok få 48 Volt system??

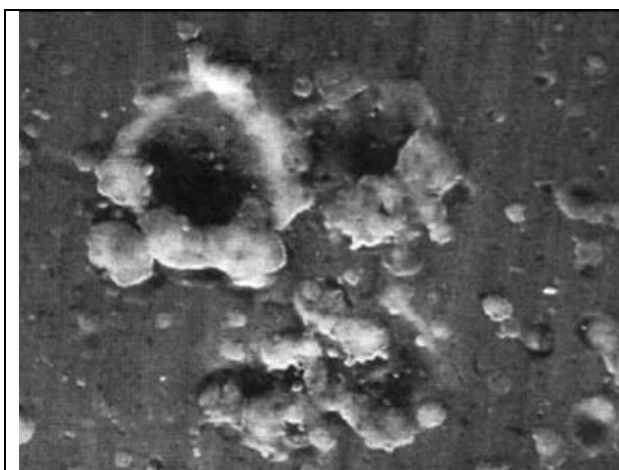
I stedet for almindelig fedt kan man benytte elektrisk ledende fedt i lejer.

<https://www.bosch-presse.de/pressportal/de/en/conductive-lubricants-will-protect-the-electric-motors-of-the-future-42628.html>



Helikopter-problemer: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213290214000108>

Without mitigation, voltages repeatedly build up on the motor shaft to a certain threshold, then discharge in short bursts along the path of least resistance, which all too often runs through the motor's bearings. The discharge rate tends to increase with carrier frequency.



The intense discharge currents on bearings causing craters, frosting, pitting in bearing sleeves. The number and depth of the pits formed on the bearings increase over the time because of continuous discharge currents.

http://www.sta-ring.com/eng/?page_id=1420

<http://www.pddnet.com/articles/2012/01/grounding-hvac-motor-shafts>



LYN Top

Se animeret billede:

<http://www.physicsclassroom.com/Class/estatics/u8l4e.cfm>

Se film om Lyn fra Discovery: (5 min):

<http://science.howstuffworks.com/nature/natural-disasters/lightning.htm>



Her er animeret med lynafleder:

<http://www.physicsclassroom.com/Class/estatics/u8l4e.cfm>



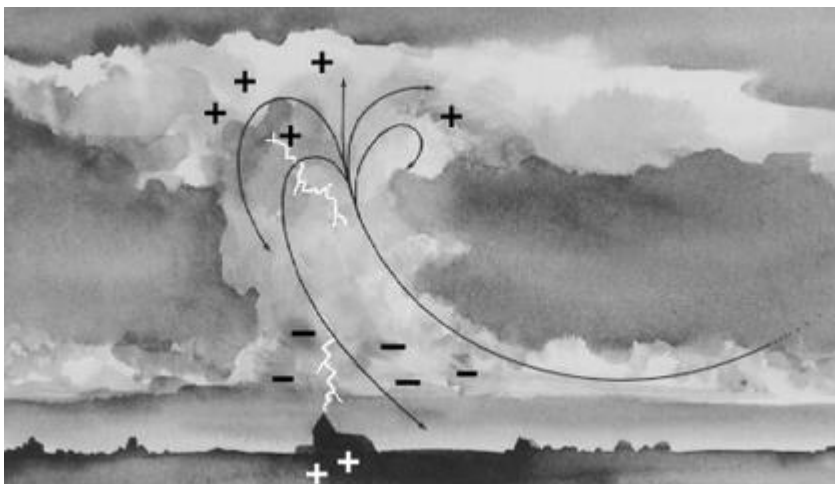
Se lyn i forskellige lande: <http://en.allmetsat.com/images/lightning-denmark.php>

Lyn gennem et fly: http://www.youtube.com/watch?v=5evLm8dA_9I

Hvorfor er det sikkert at sidde i en bil i tordenvejr ?

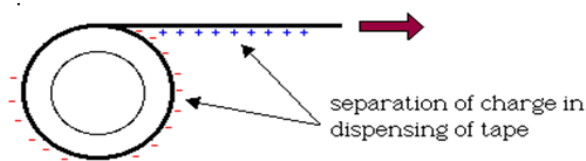
Se <http://environment.nationalgeographic.com/environment/natural-disasters/lightning-profile.html>

Om temperatur, at der hvert sekund rammer et lyn ned på Jorden.



<http://www.exploratorium.edu/ronh/weather/weather.html>

Afrivning af plastic-Tape:



<http://www2.ece.rochester.edu/~jones/demos/charging.html>

Brug af statisk elektricitet: [Top](#)

Elektrostatisk Spraymaling

Electrostatic Paint Spraying

The paint is given a positive charge making each drop repel as they are 'like' charges.

The car being sprayed is given a negative charge (or connected to earth), so the droplets are attracted to it

Her udnyttes statisk opladning.

Et batteris ene pol er sluttet til malepistolen, og den anden pol til en bil.

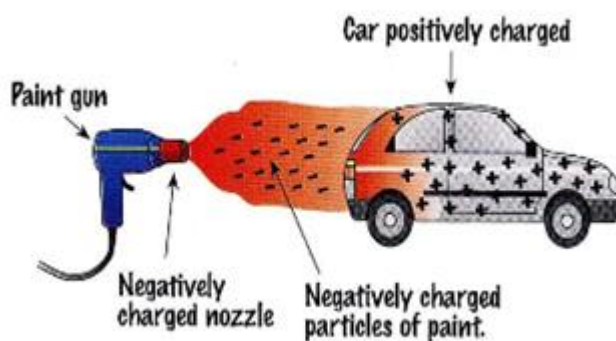
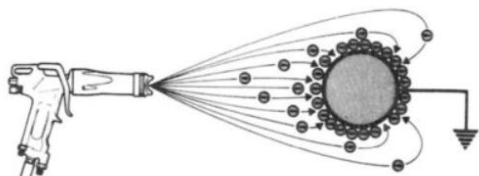
Malingstågen vil derfor være opladt, og søge hen imod modsat polaritet.

Dette skulle sikre en ensartet lag af maling.



Her et andet billede.

An electrostatic field of 50 to 100 kV is created between the paint and the sprayed object.



Malingen fordeler sig på emnet.

Støvklude [Top](#)

Her udnyttes statisk elektricitet til at samle støv op:

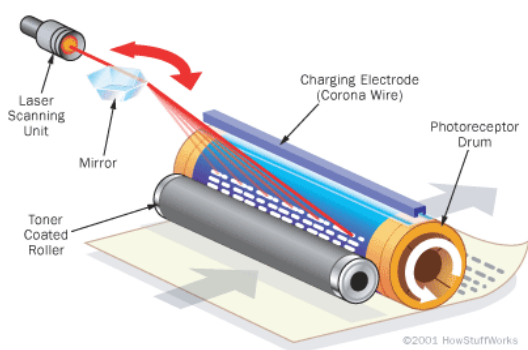
<http://www.slideshare.net/chalkie28/static-electricity-3>

se:

<https://tips.simplygoodstuff.com/how-to-use-a-static-duster/>

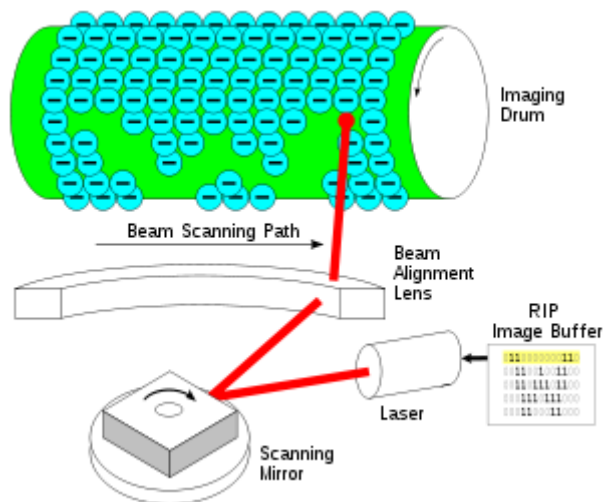


Og i Laserprintere: [Top](#)

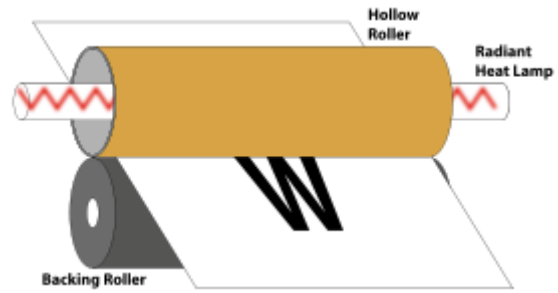
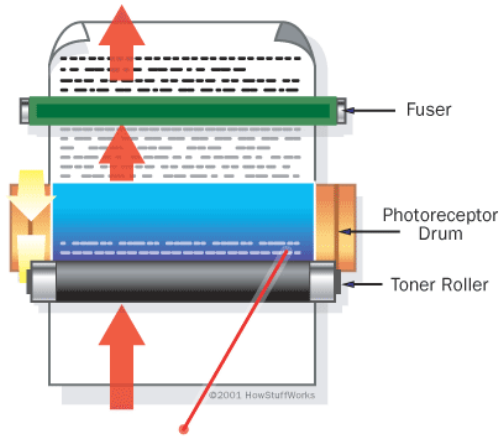


Tromlen ioniseres af en laser i det mønster, tonerpulveret skal klæbe sig til. Når rullen med tonermønsteret drejer ned til papiret, varmes papir og pulver, og det ”brændes” fast på papiret.

<http://computer.howstuffworks.com/laser-printer7.htm>



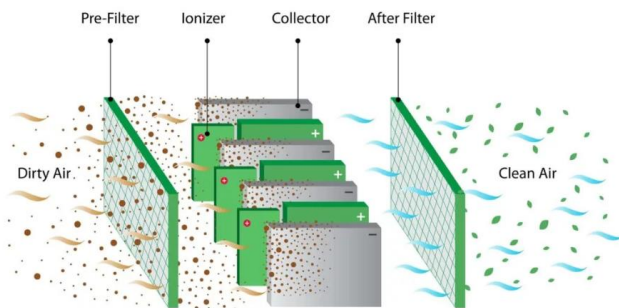
http://en.wikipedia.org/wiki/Laser_printer



<http://computer.howstuffworks.com/laser-printer3.htm>

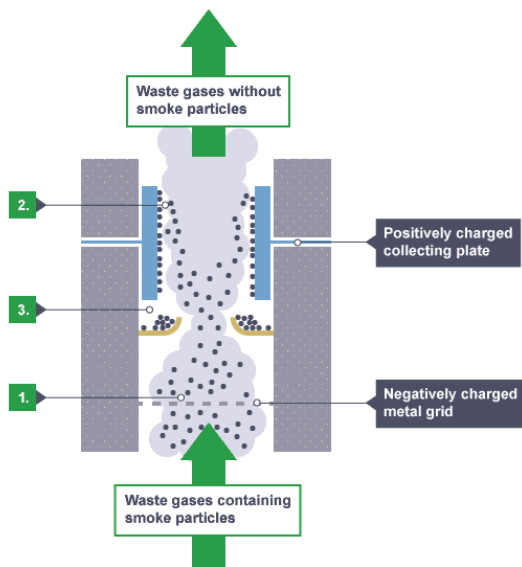
http://en.wikipedia.org/wiki/Laser_printer

Elektrostatisk filter: [Top](#)



In many industrial operations, for example, electrostatic smoke precipitators remove dirty soot particles by giving the exhaust a static electric charge, then running it through a metal grid with the opposite charge.

<https://www.howtohome.com/appliances/hvac/which-electrostatic-air-filter-is-the-best/>



1. Smoke particles pick up a negative charge.
2. Smoke particles are attracted to the collecting plates.
3. Collecting plates are knocked to remove the smoke particles.

<http://www.bbc.co.uk/education/guides/z77ycdm/revision/4>



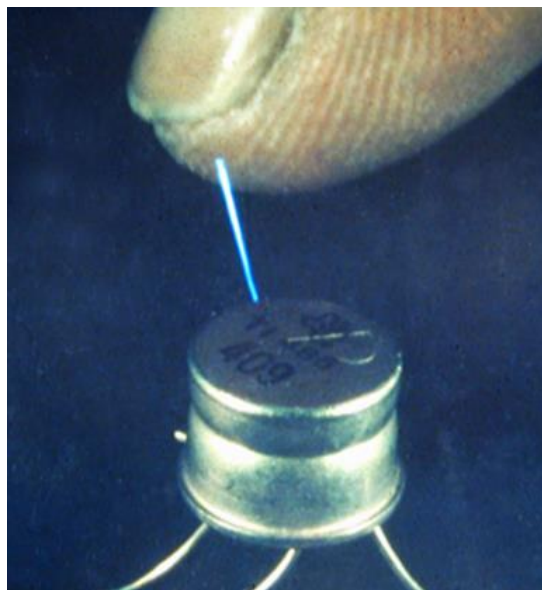
Skader på elektronik [Top](#)

Inden man kommer helt tæt på med fx en finger, og hvis potentialeforskellen er stor nok, vil der springe en gnist.

Der skal 2 – 3 Megavolt pr meter til for at der springer en gnist. Dvs. 3 [KV] pr. mm.

Der skal 2 – 3 K[V] (nogle steder er opgivet 3.500 Volt), til for at man kan mærke en gnistudladning til fx en finger.

Er spændingen 4.500 V kan man høre en udladning, og over 5.000 V kan man se en udladning. (gnist).



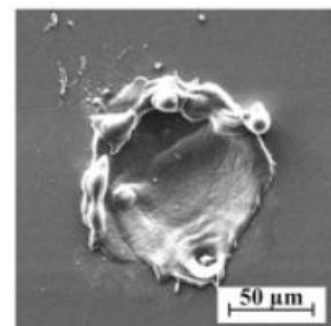
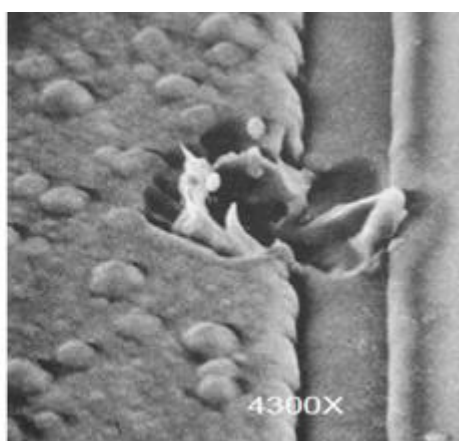
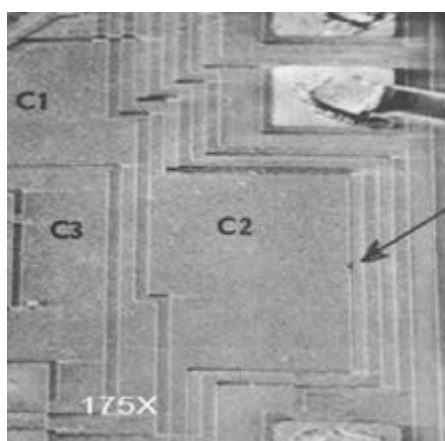
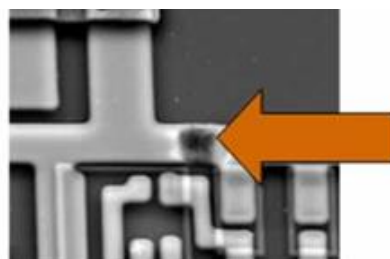
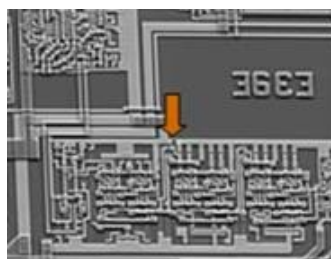
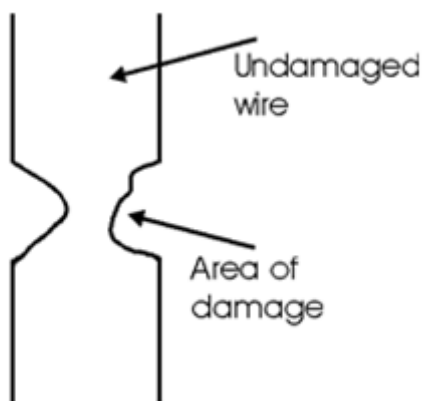
En gnist-afstands-liste:

mm gap	volts
0.5	2850
1	4350
2	7350
3	10350
4	13350
5	16350

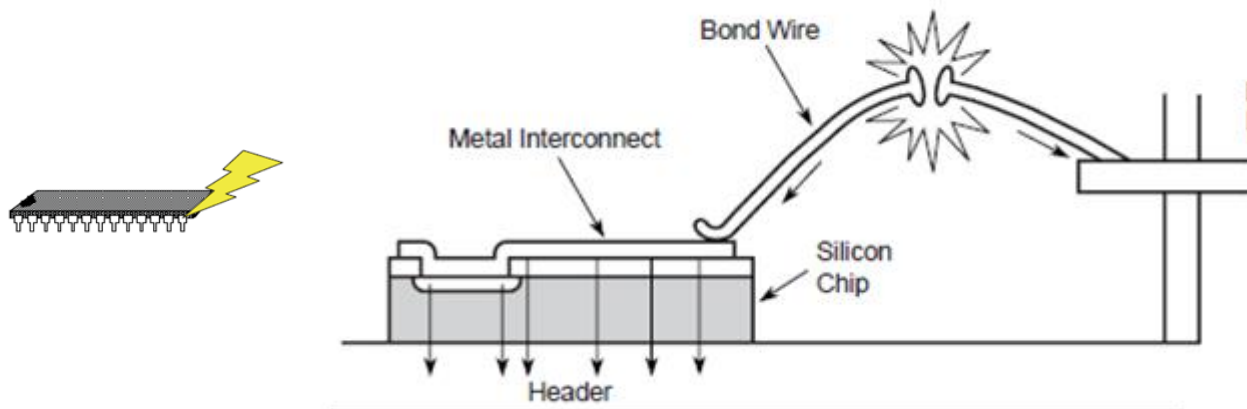
Kilde: <http://amasci.com/emotor/voltmeas.html#volt2>

Ødelæggelser på Elektronik: [Top](#)

Hvis potentiale-udligningsstrømmen går gennem in IC, kan der opstå øjeblikkelige skader, eller der kan senere opstå skader.



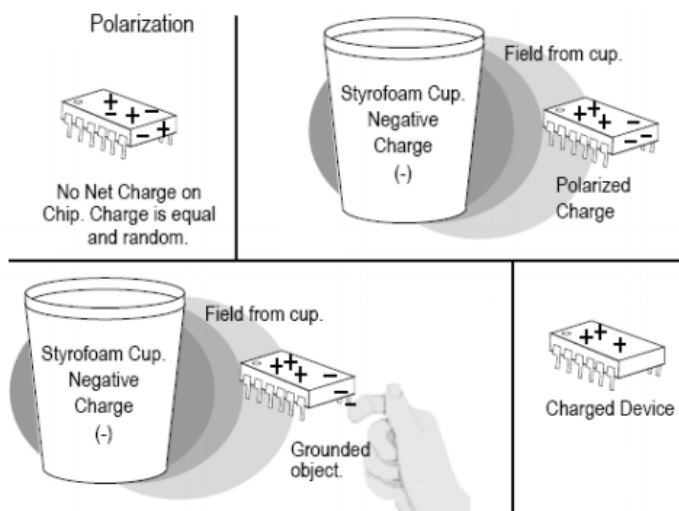
Discharge Crater.



Ødelæggelse ved Induktion [_ Top](#)

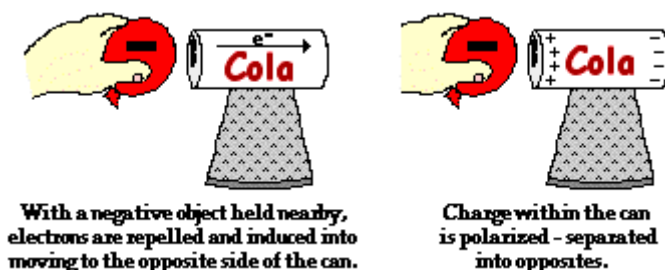


Her illustreres hvordan et elektrisk felt fra en flamingo-kop kan påvirke elektronerne i en IC.



http://www.hanaram.com/download/esd/esd_basic.pdf

Et ladet legeme vil enten tiltrække eller frastøde elektronerne i et andet legeme.

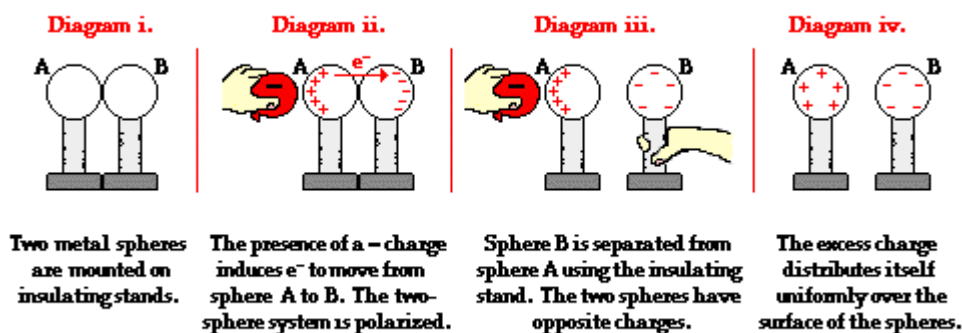


<http://www.physicsclassroom.com/Class/estatics/U811e.cfm>

<http://www.physicsclassroom.com/class/estatics>

Statisk ladning ved induktion:

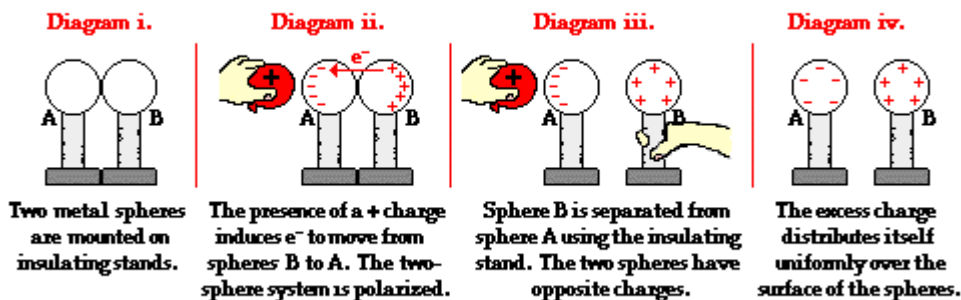
Charging by Induction



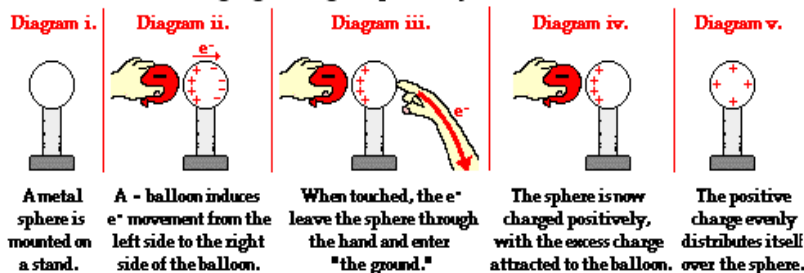
<http://www.physicsclassroom.com/Class/estatics/u812b.cfm>



Charging by Induction



Charging a Single Sphere by Induction



<http://www.physicsclassroom.com/Class/estatics/u8l2b.cfm>

Spidse genstande: [Top](#)

Alle ladninger frastøder hinanden med en kraft. Derfor, hvis de er på et ledende materiale, flytter de sig længst væk, så der er mindst kraftpåvirkning på dem. Dvs. de fordeler sig på materialet.

Den mindste kraftpåvirkning fra andre elektroner vil opleves i kanter eller i spidsen af et legeme. Her er der ingen – eller mindst – kraftpåvirkning fra området udenfor. Derfor er der flest ladninger her.

Sådan er det også på en spids fra en skruetrækker, der er statisk ladet. Og hvis den evt. nærmer sig en IC vil ladningerne i IC'en frastødes af skruetrækkeren.

Og når afstanden er lille nok, til den spændingsforskel, man har, springer en gnist, og der går måske 30 [A] i ganske få n[s]. Dvs. at de tynde ledninger i IC'en evt. tager umiddelbart skade, eller bliver beskadiget eller såret, med evt. efterfølgende funktionssvigt, fx efter 3 mdr.

Selv uden en gnistudladning, vil der løbe en strøm, hvis der er forskellige potentialer. Dvs. spændingen er mindre end 3,5 KV. Strømmen vil stadig kunne ødelægge komponenter!!



Derfor kaldes statisk udladning også for elektronikkens snigende sygdom, elektronikkens AIDS.

De spændinger, der kan opnås ved berøring, er vist i følgende skema:

Typiske elektrostatisk spænding [Volt]

Handling / Relativ fugt:	10 %	40 %	55 %
Gang på tæppe	35.000	15.000	7.500
Gå på vinyl	12.000	5.000	3.000
Bevægelse ved arbejdsbord	6.000	800	400
Fjerne DIPs fra plast-rør	2.000	700	400
Fjerne IC DIP fra styropor skum	14.500	5.000	3.500
Fjerne boble plast fra printplader	26.000	11.000	5.500

Kilde: AT & ESD Control Handbook-1989

Hvis en person går på et uldtæppe, vil læderskoene have mindre holdekraft på elektroner end uldtæppet. Tæppet stjæler elektroner fra skoene ved hver berøring. For hver trin, bliver skoene – og personen, hvis der er ledende forbindelse – mere og mere positivt opladet. Ladningerne fordeler sig over kroppen, idet kroppen jo er ledende. Personen opnår en spænding i forhold til andre personer eller genstande.

Så altså: Selv dagligdagsaktiviteter kan frembringe ret høje spændinger. Se følgende ramme:

Some of the activities performed daily by persons which generate and accumulate charges in the bodies, there are many studies which are roughly coincidental in their findings. On average and for a low 10% to 20% of ambient relative humidity (RH) are the bigger values and for the high RH, 65% to 90% are the lower values, as follow:

**Walking on carpet 1,500V to 35,000V;
Vinyl envelope: 600V to 7,000V;
Picking up plastic bag from table 1,200V to 20,000V;
Walking on vinyl floor 150V to 12,000V.
Worker at bench: 700V to 6,000V.**

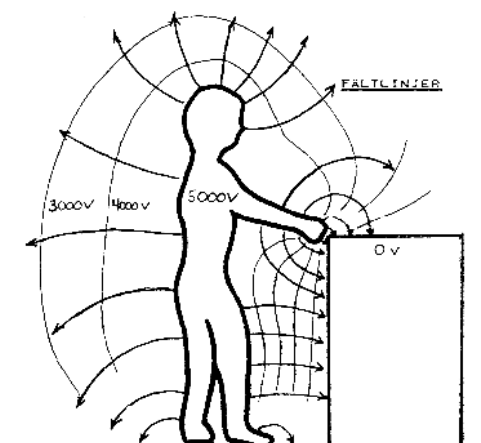
It is evident that keeping the ambient RH high is good for the reduction of charges, however electronics and equipment may experience corrosion if this is too high.

Kilde: http://www.esdrac.com/ESDRAC_site/english_page/tribo_electricity.htm



Electrostatic field pattern governing an ESD event

ESD causes a collapse of the electrostatic field that
Generates displacement currents and real currents



Beskyttelse mod ødelæggelse af elektronik: [Top](#)

Alle former for kontakt mellem objekter, enhver adskillelse af en enhed fra en anden og hver gang en ting glider oven på en anden medfører i større eller mindre grad, at der opstår en forstyrrelse af den elektriske ladning. Når ldningsforstyrrelsen sker hurtigere end ldningsudligningen, samler den statiske ladning sig. Dette fænomen kendes som gnidningsladning.

Mennesker er blandt de største generatorer af statisk elektricitet. Det kan let påvises, hvordan en persons elektriske ladning konstant skifter i almindelige omgivelser, når man måler i volt. Ladningen kan bevæge sig op og ned ved et enkelt skridt, når personen sætter sig eller rejser sig op, når personen berører ting, eller når en anden person går forbi tæt ved. Derfor er der stor risiko for, at personer som håndterer ESD følsomme enheder (ESDS = electrostatic discharge sensitive devices) uden hensigtsmæssige forholdsregler, uforvarende beskadiger dem.

Statisk elektricitet kan også opstå ved induktion. Dette fænomen opstår, når en jordet enhed passerer gennem et elektrostatisk område. Det er derfor at alle objekter, som kan være statisk ladede og derved genererer et elektrostatisk område, skal holdes væk fra det ESD beskyttede område (EPA = ESD protected area). Nogle gange skal isolerede objekter bruges (som f.eks. plastkabinetter eller casings). Såfremt det er tilfældet er brugen af ionisering uundgåelig.

Det gælder om, at der ikke kan opstå potentiale-forskel. Derfor skal elektronikken og en selv, og ens udstyr altid have samme spænding, - potentiale. Det kan fx ske ved Jording:



Ideer:

Jording: Potentialeudligning.

Potentiale-udligning af person: Fx med Armbånd, med Ohmsk modstand til jord.

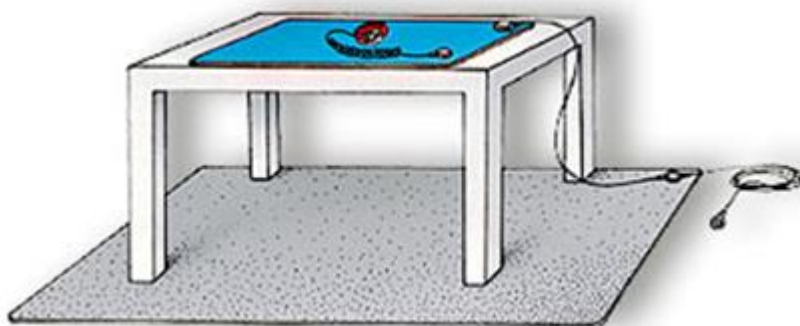
Opbevaring eller transport af elektronik i antistatiske Poser. Det er vel ledende poser. ??
Dvs. alle parter i posen har samme potentiale

Tag altid fat om en Computer med den ene hånd før der røres ved elektronikken.

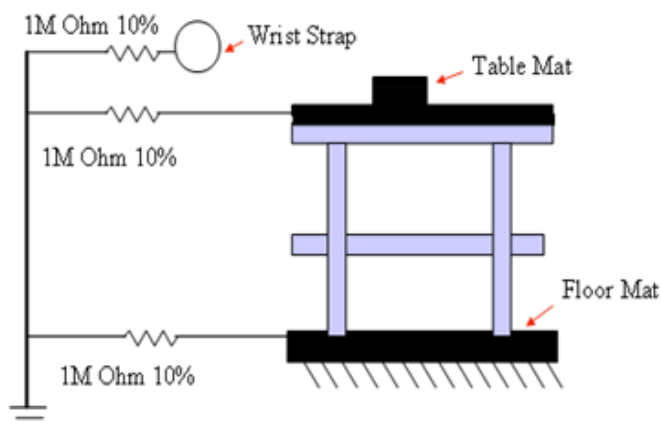
<http://www.esd.tv/mats.html>

Ledende gulvbelægning.

Jordforbindelse gennem bånd om håndleddet sker via sikkerhedsmodstand, for at man ikke kommer alt for galt afsted, hvis man kommer til at røre ved en fase.



Ledende underlag på bordet.



Der må af sikkerhedsmæssige grunde ikke være direkte forbindelse til Jord. Det kan være farlig for personer, der evt. kommer til at røre ved 230 Volt.

Håndleds-bånd, der forbinder kroppen med Stel via en indbygget modstand.

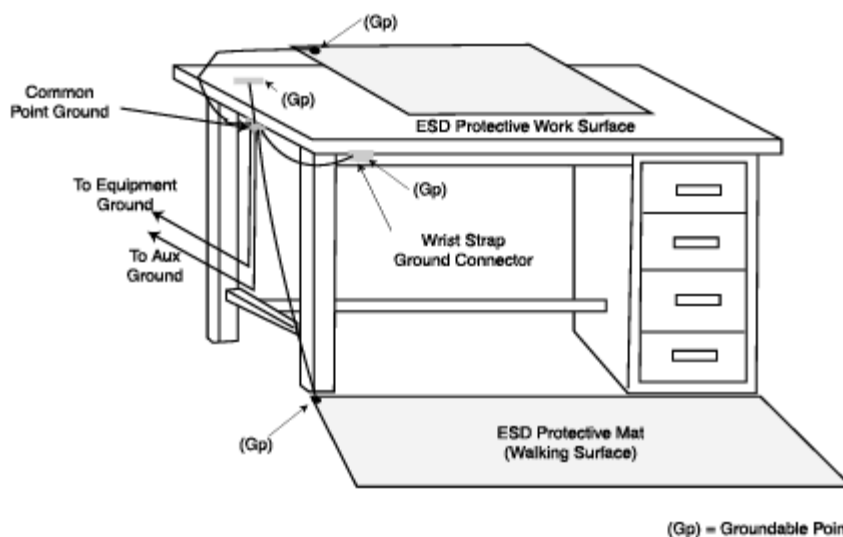




Håndledsbåndet er forbundet til stel - eller Ground - gennem et fleksibelt kabel og en 1 megohm modstand. Modstanden tillader at en høj spænding aflades, samtidig med at den modvirker pludselige afladningsstrømme ved arbejde med elektroniske kredsløb.

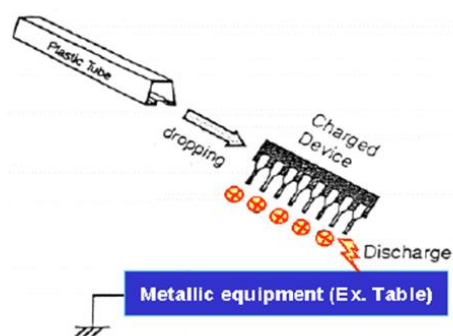
http://en.wikipedia.org/wiki/Antistatic_wrist_strap

Typisk ESD arbejdsstation.



http://www.technick.net/public/code/cp_dpage.php?aiocp_dp=guide_esd_003

Opbevaring af Elektronik og IC'er: [Top](#)



Antistatiska tubes til IC'er



Her er IC-erne sat i antistatisk skum, så alle dele har samme potentiale.

Men skummet er ikke så god som at omslutte komponenterne med et Faraday-bur.

It has a surface resistance of 10^5 to 10^{10} Ohms.

As far as the Faraday cage around the foam, the ESD "Shielding" bags are perfect to put around the product rather than the foam. These bags are made with multi-layers that block electric charges and provide a conductive path around the product. Putting it around the product can save a lot of cost of the much larger bag needed to get around the bulky foam.



Conductive Bag.

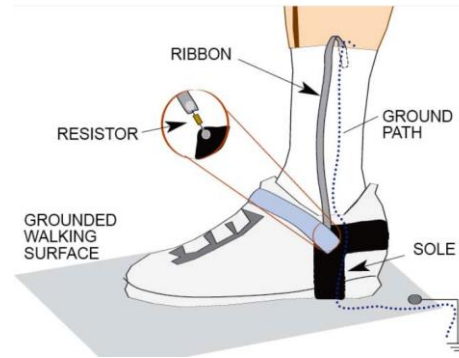
Conductive antistatic bags are manufactured with a layer of conductive metal, often aluminum, and a dielectric layer of plastic covered in a static dissipative coating. This forms both a shield and a non-conductive barrier, shielding the contents from static charge via the Faraday cage effect.

https://en.wikipedia.org/wiki/Antistatic_bag

<https://electronics.stackexchange.com/questions/5990/do-antistatic-bags-have-conductive-interior-exterior-or-both>

<https://electronics.stackexchange.com/questions/103797/anti-static-vs-conductive-vs-dissipative-foam>

Jording af gående personer [Top](#)



<https://www.rs-online.com/designspark/how-do-foot-grounders-work>
<https://www.antistat.co.uk/product/disposable-heel-grounder/>

A flooring/footwear system is an alternative to ground standing or mobile workers by connecting the person to a grounded walking surface.

A conductive ribbon placed inside the wearer's shoe or sock makes electrical contact with the skin through perspiration.

Where sitting personnel will be grounded via a wrist strap, this method is not feasible for operators moving around in an ESD Protected Area.

ESD foot grounders are designed to reliably contact grounded ESD flooring and provide a continuous path-to-ground by removing electrostatic charges from personnel. They are easy to install and can be used on standard shoes by placing the grounding tab in the shoe under the foot.

Foot grounders must be worn on both feet to maintain the integrity of the body-to-ground connection. Wearing a foot grounder on each foot ensures contact with ground via the ESD floor even when one foot is lifted off the floor. This will more reliably remove static charges generated by human movement and more reliably protect ESDS.

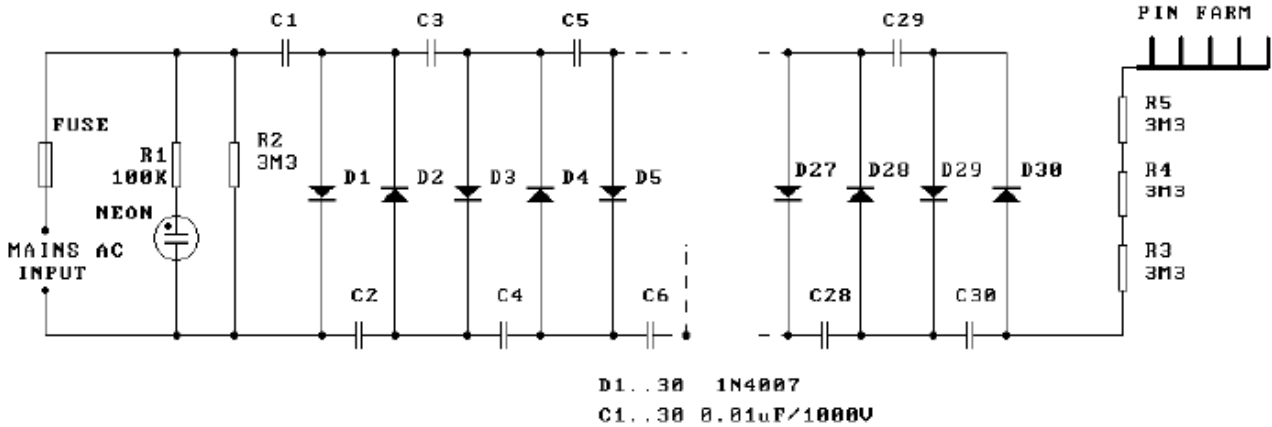
Diverse tutorials: [Top](#)

God ESD tutorial <http://www.radio-electronics.com/info/electronics-design/esd/what-is-basics-electrostatic-discharge-tutorial.php>

og: http://www.technick.net/public/code/cp_dpage.php?aiocp_dp=guide_esd_001

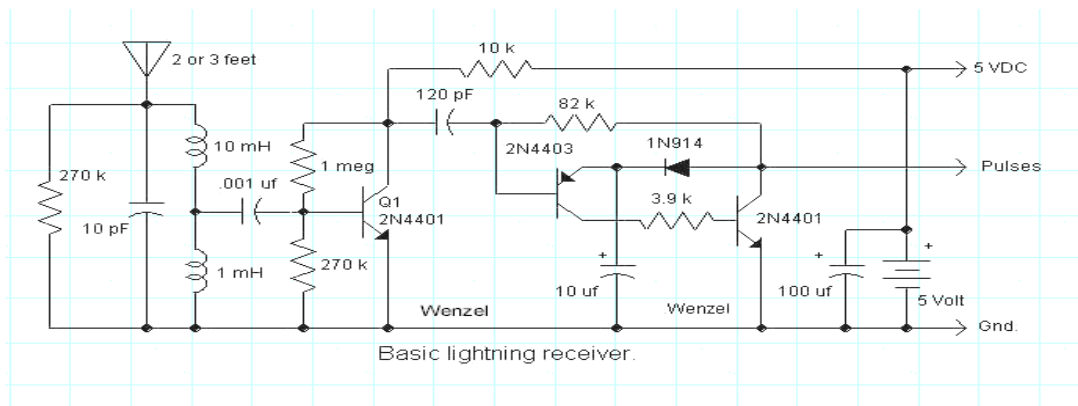
Diverse aktuelle kredsløb: [Top](#)

Ionenerator:



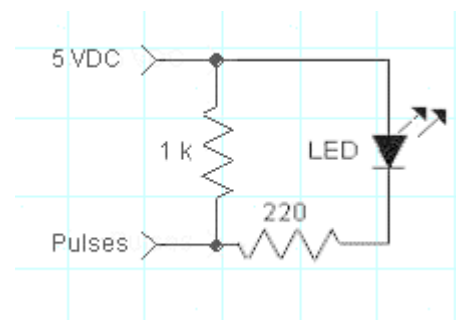
Lyntæller-kredsløb

<http://www.techlib.com/electronics/lightning.html>



Forbind udgangen fx således:

The antenna, 10 pF capacitor, and the two inductors form a resonant tank at about 300 kHz, a good frequency for receiving energy from lightning. The two series inductors act as a matching network, feeding Q1 with a lower impedance version of the signal received by the antenna. The 270k resistor lowers the Q of the resonant tank to prevent oscillation. Q1 amplifies the 300 kHz bursts and applies the larger signal to the base of a PNP transistor that forms a monostable "flasher" circuit with the last NPN transistor. When the RF signal pulls the PNP base voltage below the voltage on the 10 uF capacitor (plus about 0.6 volts) the PNP turns on, turning on the NPN.





Since the NPN is connected to the base of the PNP through the 82 k resistor, the PNP turns on even harder. This regenerative action causes the circuit to turn on quickly and fully, pulling the "pulses" line to nearly zero volts. The circuit stays on until the 10 uF capacitor discharges at which point a similar reverse regenerative action causes the circuit to quickly switch off. The capacitor then quickly charges through the 1k resistor (in one of the lamp circuit options) and the diode and is ready for another pulse.

Mere til Historien:

(31/7-2020)

Edderkopperne kan ved fænomenet 'ballooning' flyve flere kilometer op i luften og dermed nå distancer på over 100 kilometer.

Et forsøg viste, at når elektriske felter opstår i naturen, kan edderkopper finde på at stikke rumpen i vejret for at skyde en tråd ud, der kan fanges af vinden.

Denne adfærd fra forsøgsedderkopperne kom kun få gange, når de elektrisk felter ikke var til stede.

Forsøget blev foretaget i et laboratorium, hvor forsker Erica Morley, kunne slå elektricitet til og fra.

»Når edderkopperne letter, kan man slå strømmen fra og se dem falde. Og så tænde og se dem stige til vejrs igen,« siger hun.

Kilde: <https://www.bt.dk/videnskab/edderkopper-kan-flyve-hundredvis-af-kilometer-nu-ved-forskere-hvordan>