

Jean-Pierre Petit

# L'AMBRA E IL VETRO

storia dell'elettricità

Questa elettricità é veramente priva di ogni interesse. Nient'altro che un divertimento da salotto. Se vuole la mia opinione, non ha futuro.



tradotto da: Elena Zanin

à Vladimir Golubev,  
mon frère

# Conoscenza senza frontiere

Associazione senza scopo di lucro creata nel 2005 e gestita da due scienziati francesi. Obiettivo: diffondere la conoscenza scientifica utilizzando la banda tracciata attraverso i PDF scaricabili gratuitamente. Nel 2020 sono state così realizzate 565 traduzioni in 40 lingue. Con oltre 500.000 download.



Jean-Pierre Petit

Gilles d'Agostini

L'associazione è totalmente volontaria. Il denaro è stato interamente donato ai traduttori.

Per effettuare una donazione, utilizzare il pulsante PayPal sulla home page:

<http://www.savoir-sans-frontieres.com>



# PROLOGO

Male nonno, una vera  
catastrofe! Anselmo ed  
io non ci capiamo niente  
dell'ELETTRICITA'.  
Gli ampere, i volt, gli ohm...  
facciamo solo una gran  
confusione!



Allora, bambini,  
come andiamo?



Ditemi, che cos'è  
che non capite?

Ma... TUTTO!  
La CORRENTE  
ELETTRICA, per  
esempio, non è spiegato  
da nessuna parte che  
cosa sia!

Bambini, se volete  
veramente capire che  
cosa sia l'ELETTRICITA',  
dobbiamo fare un piccolo  
salto nel passato.



Forse non lo sapete, ma il termine elettricità deriva dal greco ELEKTRON, che significa "ambra". E' una resina fossile che si trovava nel nord Europa sotto forma di sassolini gialli traslucidi che i popoli antichi utilizzavano per fabbricare dei gioielli ornamentali.



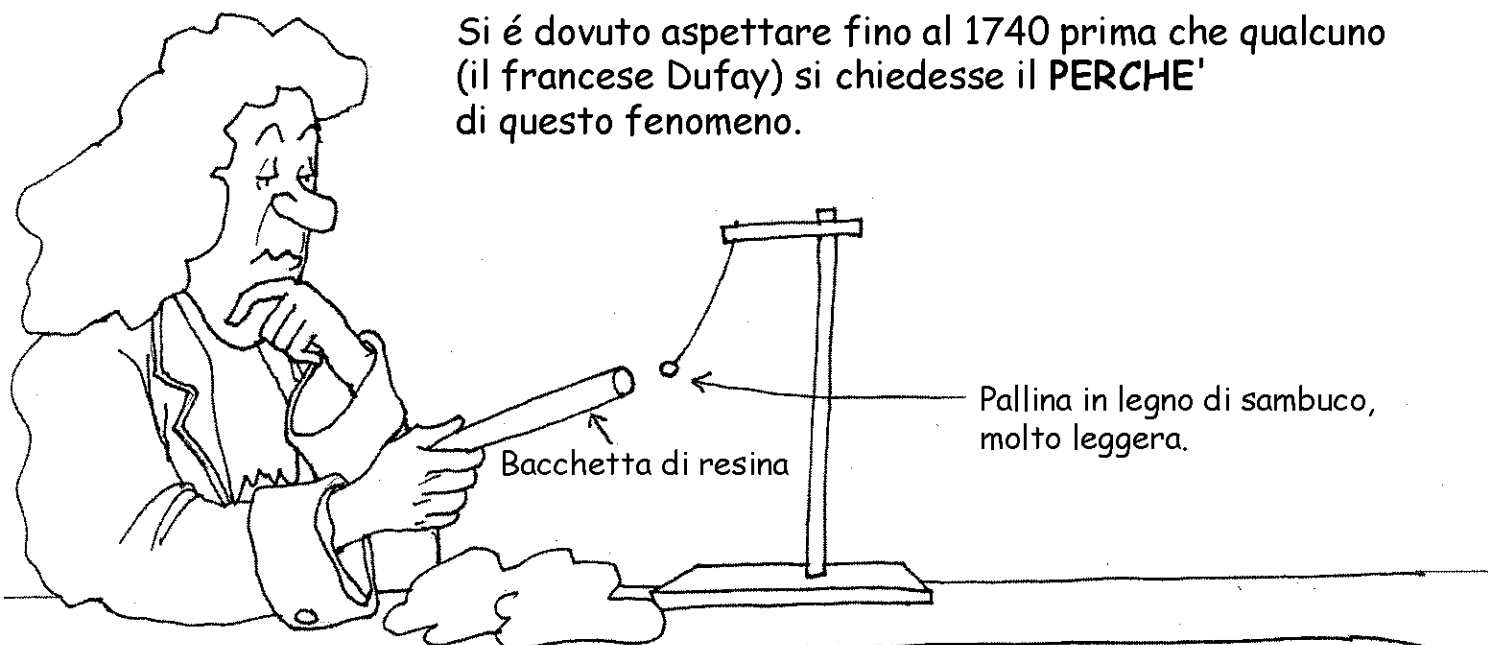
Nel V° secolo A.C.  
il matematico Talete  
aveva notato che  
se si sfregava  
l'ambra con  
della lana...



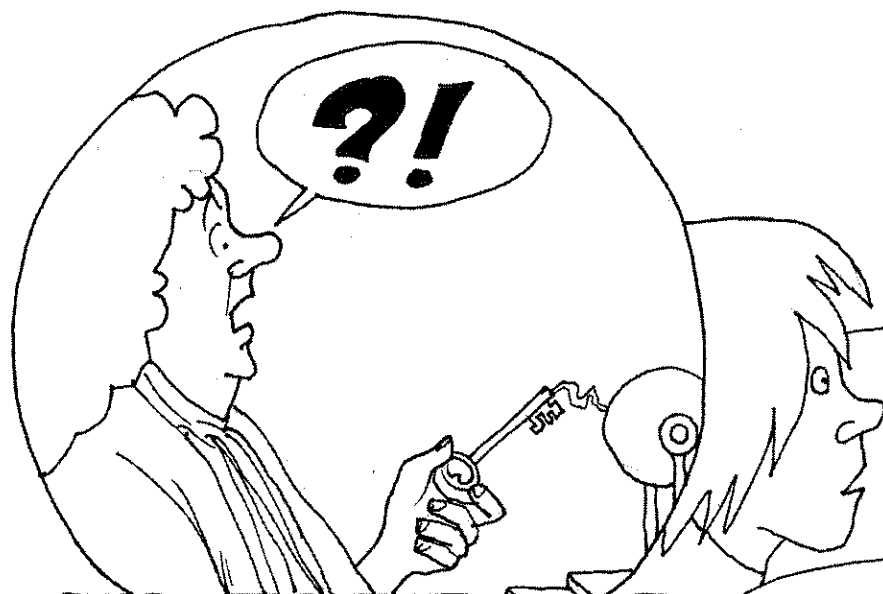
# ELETTRICITA' STATICA



Si é dovuto aspettare fino al 1740 prima che qualcuno (il francese Dufay) si chiedesse il **PERCHE'** di questo fenomeno.

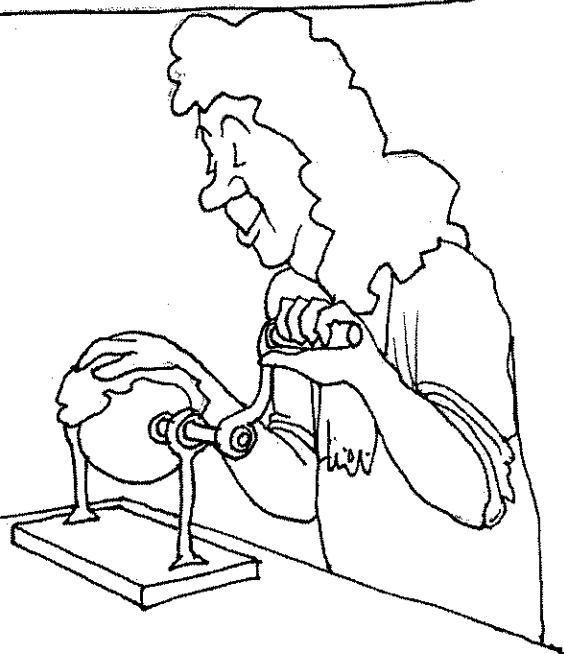


Gli uomini si misero allora a strofinare un po' di tutto per trovare altri materiali. Si accorsero allora che non solamente l'ambra e la resina potevano essere **ELETRIZZATE PER SFREGAMENTO**, ma che anche il **VETRO E LO ZOLFO POSSEDEVANO QUESTA PROPRIETA'**. Si comincio' allora a costruire delle macchine costituite da sfere o dischi di resina, zolfo o vetro, che si elettrizzavano facendole ruotare con delle manovelle e strofinandole con dei cuscinetti di cuoio.



Fino ad ottenere delle **SCINTILLE**, ben visibili al buio.

La si chiamo' **TRIBO-ELETRICITA'**.

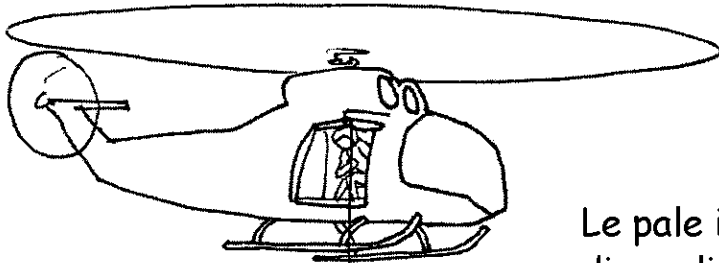




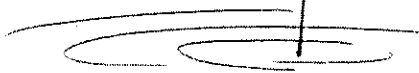
Esistono molti materiali che si possono elettrizzare per semplice attrito con l'aria. In giornate di tempo secco, i pneumatici delle macchine si caricano di elettricità e si può avvertire una lieve scossa quando si tocca la maniglia della portiera. Anche i gatti possono elettrizzarsi per sfregamento (\*). Un gatto con il pelo elettrizzato, isolato da terra grazie ai suoi cuscinetti plantari, avverte una lieve scarica elettrica quando lecca qualcuno o qualcosa.



Ben ti sta!



Le pale in materiale sintetico dell'elica di un elicottero si caricano di una corrente che può superare i 100.000 volts. I soccorritori che devono recuperare un naufrago, lasciano sempre la corda scaricarsi un po' nell'acqua prima che quest'ultimo la afferri.



I sub saltano direttamente in mare dall'elicottero per evitare di far da ponte alla corrente elettrica che si scaricherebbe dall'elicottero all'acqua.

(\*) Un gatto a pelo lungo può "caricarsi" fino a 50,000 volts e fare delle belle scintille visibili al buio. Nonostante prenda la scossa, non subisce comunque alcun danno, perché la scarica elettrica resta di debole intensità.



Possiamo sperimentare un fenomeno ancor piu' spettacolare chiudendoci in una stanza buia con un rotolo di isolante elettrico. E poi srotolandolo velocemente.

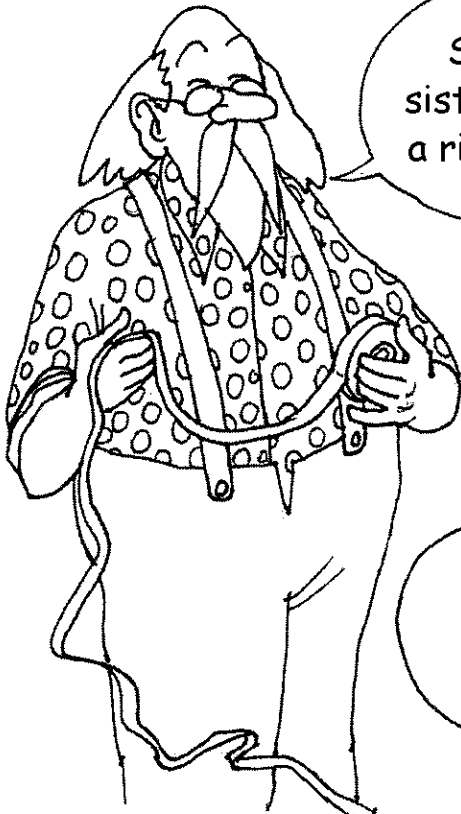
Lo si srotola ?



Quando si tira il nastro, si nota una forte luce bluastro nel punto in cui questo si scolla.

Ed é' talmente intensa che si puo' arrivare a leggere al buio !

Sarebbe un ottimo sistema di illuminazione a risparmio energetico.

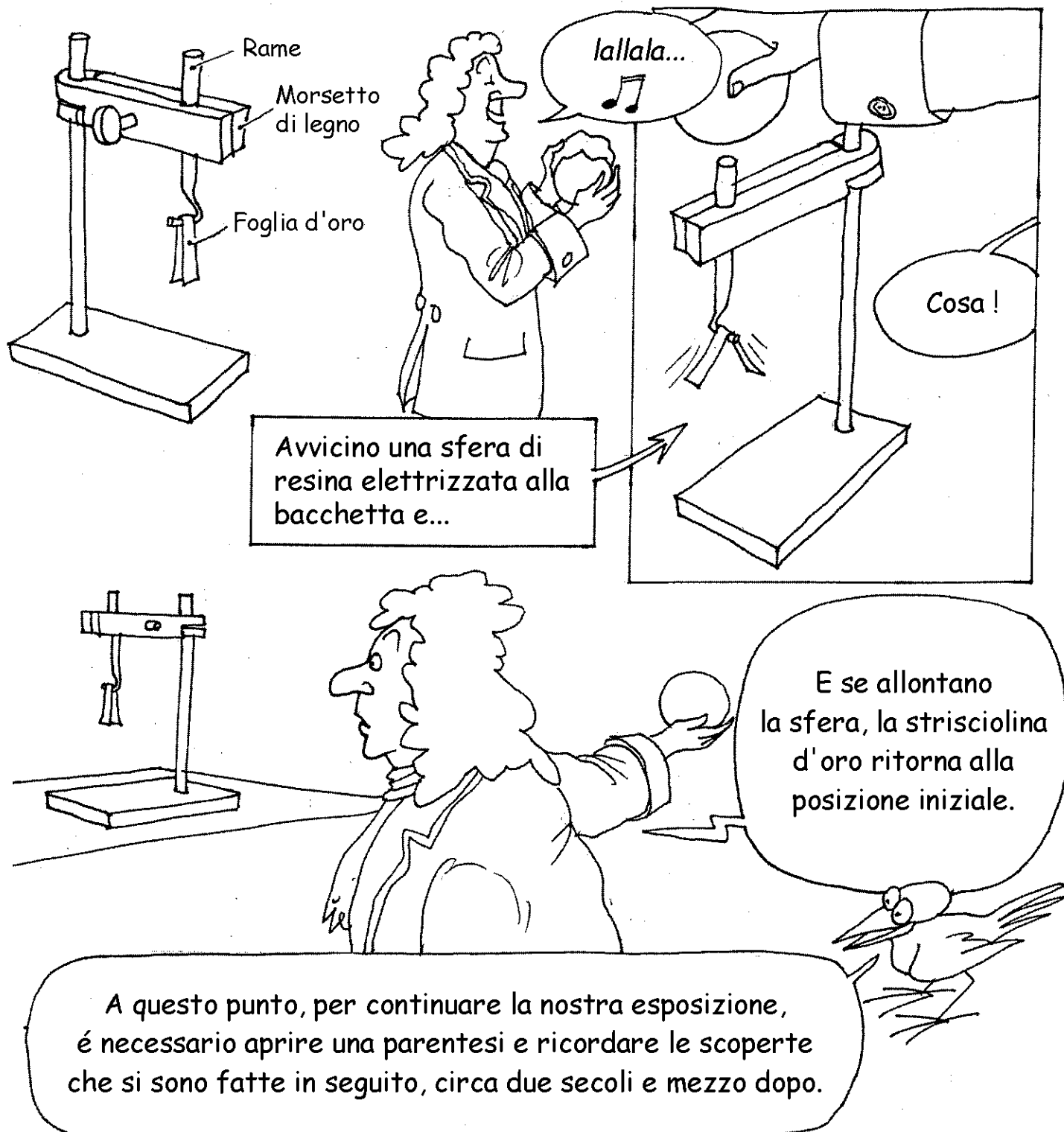


Ma non tutti i materiali si possono elettrizzare per sfregamento. Si é provato anche con i **METALLI** senza il minimo risultato.



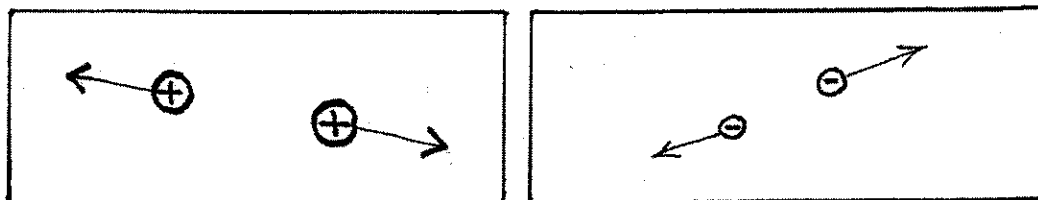
# ELETTRIZZAZIONE INDOTTA

Si scopri' invece che quest'ultimi reagivano se si avvicinava loro un oggetto elettricamente carico, fatto per esempio di vetro o di resina.



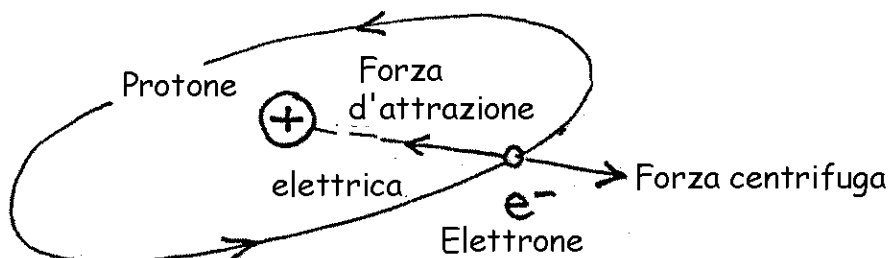
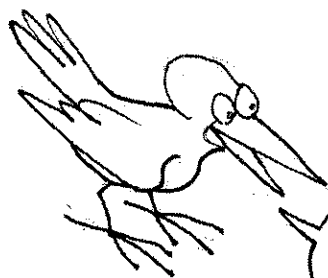
E' solo nel 1905 che il neozelandese Ernest Rutherford scopri' che la materia era costituita da atomi. Poi Niels Bohr li descrisse come costituiti da un **NUCLEO** centrale a carica positiva attorno al quale ruotano uno o piu' **ELETTRONI**, delle particelle a carica negativa.

Le cariche dello stesso segno si respingono.



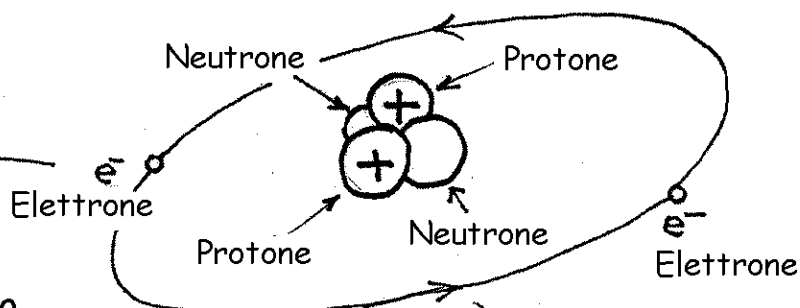
Le cariche di segno opposto si attraggono, e cio' permette la coesione dell'**ATOMO DI IDROGENO**, nel quale un elettrone orbita attorno ad un nucleo costituito da un unico **PROTONE**. La forza d'attrazione elettrica equilibra cosi' la **FORZA CENTRIFUGA**.

ATOMO DI IDROGENO



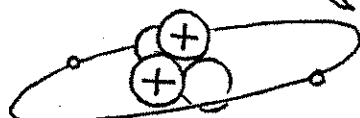
Il nucleo degli altri atomi é composto da più protoni e da particelle elettricamente neutre chiamate **NEUTRONI**.

ATOMO DI ELIO

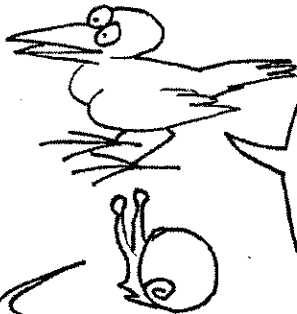


Non capisco. Le particelle dello stesso segno si respingono. Che cos'è allora che tiene assieme questi due protoni nel nucleo dell'elio?

Le particelle che compongono il **NUCLEO** si chiamano **NUCLEONI**.  
La loro coesione é assicurata dall'**INTERAZIONE NUCLEARE FORTE**,  
forza attrattiva che a distanze brevi é di maggior intensità  
rispetto a quella creata dalle cariche elettriche.



Nucleo dell'elio  
2 protoni  
2 neutroni



Nel nucleo di un'atomo ci sono più  
o meno un egual numero di protoni,  
dotati di carica positiva,  
che di neutroni, privi di  
carica elettrica.

Ma ci sono **SEMPRE** lo stesso numero di protoni, di carica +,  
che di elettroni, di carica -, in modo tale che tutti gli atomi  
siano **ELETTRICAMENTE NEUTRI**.

Nei gas e nei liquidi, gli atomi si uniscono a formare delle **MOLECOLE**,  
costituite da due o più atomi.

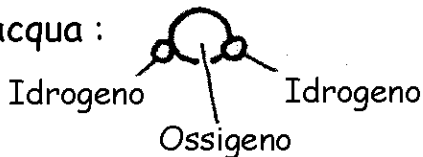
Esempio, la molecola di ossigeno :  $O_2$

2 atomi di ossigeno

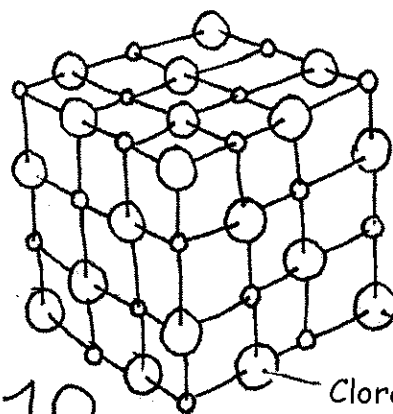
o di anidride carbonica:  $CO_2$   $O_2$

Ossigeno Carbonio Ossigeno

o d'acqua :



Nei **LIQUIDI** e nei **GAS** le molecole si muovono liberamente,  
pur restando elettricamente **NEUTRE**. Nei **SOLIDI**, i nuclei occupano  
posizioni fisse. In un **METALLO**, una parte degli elettroni si muove  
liberamente mentre la trama dei nuclei resta fissa.



Sale da cucina  
Cloruro di Sodio,  
nel quale i nuclei  
formano un reticolo  
cristallino cubico.

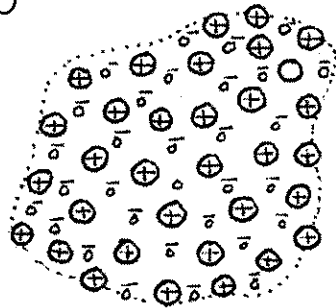
Sodio

Cloro



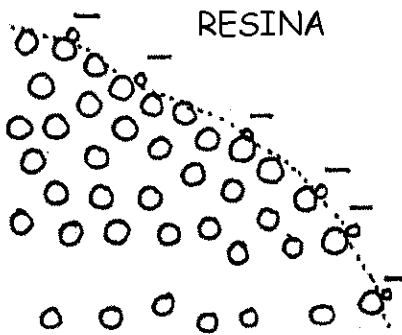
In un **METALLO** (allo stato solido), gli atomi sono fissi l'uno rispetto all'altro. Una parte degli elettroni invece si muove liberamente come uno sciame d'api all'interno dell'arnia. Quando si considera un pezzo di metallo isolato, la densità di cariche positive all'interno dei nuclei é uguale alla densità di cariche negative costituita dagli elettroni. Il corpo é elettricamente neutro.

PEZZO DI METALLO



⊕ Nucleo  
⊖ Elettrone

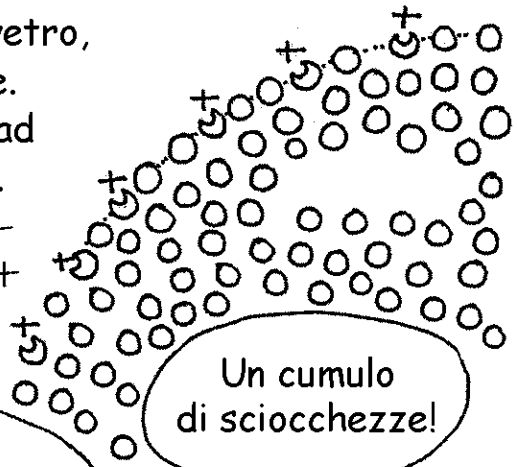
Quando strofiniamo dell'ambra o della resina, la loro superficie si carica di elettroni supplementari, che si legano agli atomi e formano un reticolo **FISSO** di cariche negative.



Prima della scoperta delle **CARICHE ELETTRICHE** si parlava di elettricità resinosa.



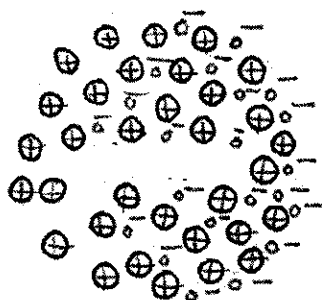
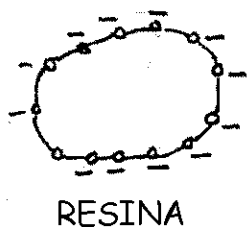
Quando al contrario si strofina un pezzo di vetro, si strappa degli elettroni dalla sua superficie. Le **LACUNE** così formate sono equivalenti ad una distribuzione **FISSA** di cariche positive.



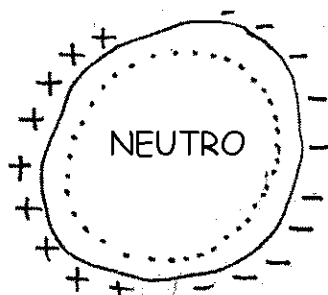
Un cumulo di sciocchezze!



All'epoca venne chiamata elettricità vetrosa.



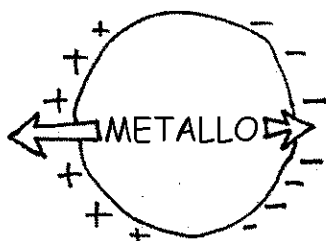
Se si avvicina un pezzo di resina carico negativamente ad un pezzo di metallo, gli elettroni di quest'ultimo saranno respinti.



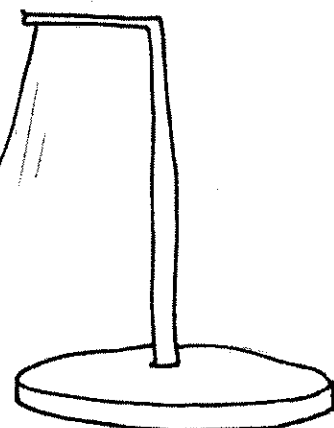
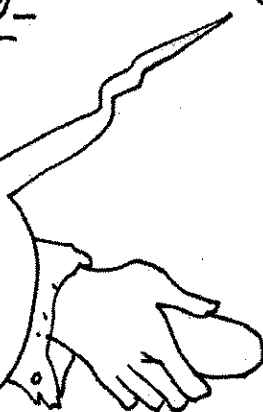
L'elettrizzazione indotta resta un fenomeno di superficie, il corpo del metallo rimane nel suo insieme completamente neutro. Per azione delle cariche negative della resina, il metallo si ricopre di cariche positive sul lato vicino alla resina e quindi negative sul lato opposto.



- 1- Le cariche opposte si attirano e le cariche dello stesso segno si respingono;
- 2- Queste forze sono proporzionali al quadrato della distanza che separa i due corpi;



Essendo le cariche + più vicine di quelle - al pezzo di resina, quest'ultima attirerà leggermente il blocco di metallo.





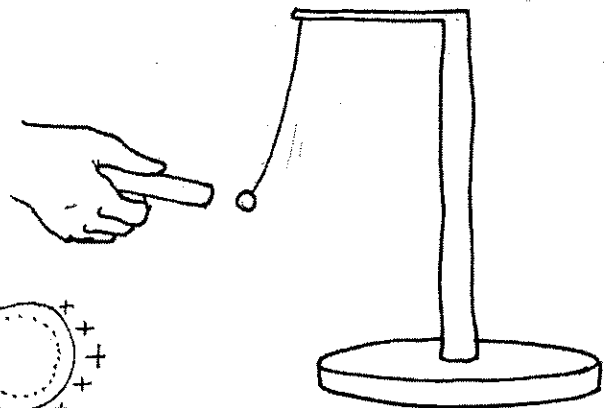
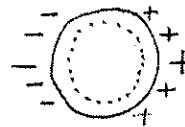
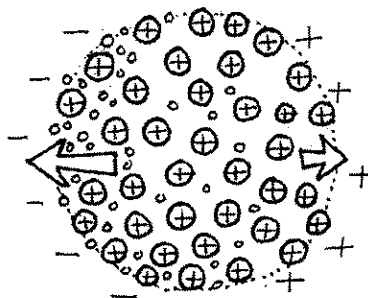
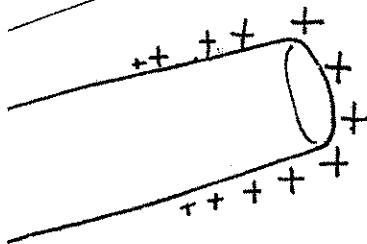
Che cosa succederebbe se invece di avvicinare al metallo un pezzo di resina carico negativamente avessimo avvicinato un pezzo di vetro carico positivamente?

Rifletti Sofia. Avremmo egualmente un fenomeno di elettrizzazione, ma opposto al precedente.

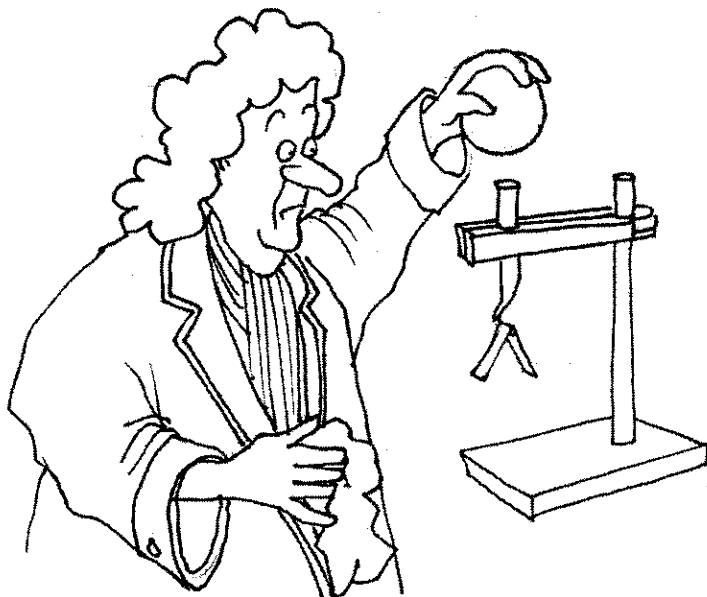


Vuoi dire che il pezzo di metallo sarà respinto?

Sbagliato!

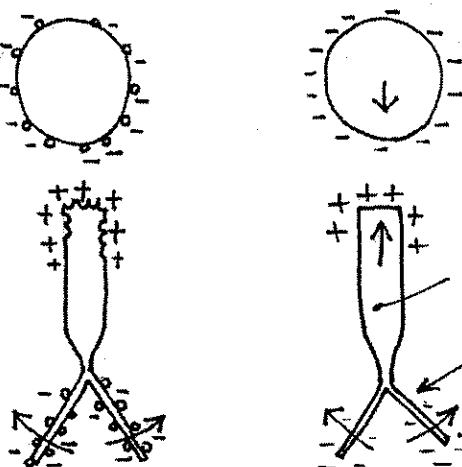


Questa volta, il pezzo di vetro farà migrare gli elettroni del metallo verso la superficie che gli è più vicina, lasciando scoperto il lato opposto. Come risultato avremmo sempre una leggera attrazione.



Ho capito allora come mai le due foglie d'oro si allontanano quando si avvicina una bacchetta di resina elettrizzata.

Per effetto dell'elettrizzazione indotta, le cariche presenti in superficie respingono gli elettroni del metallo verso le foglie d'oro. E siccome le cariche dello stesso segno si respingono, i foglietti si allontanano l'uno dall'altro.



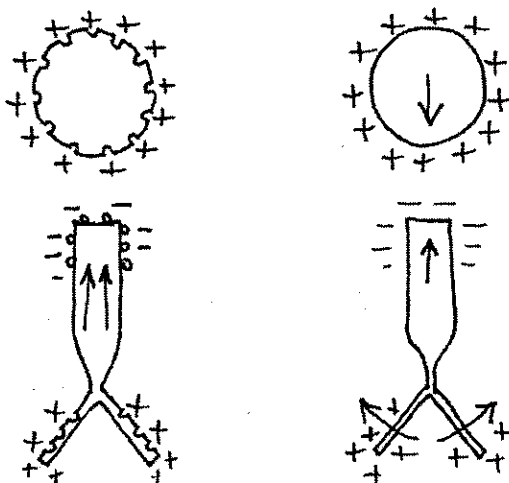
I due corpi subiscono una lieve attrazione. Le foglie d'oro si allontanano tra di loro a causa della loro leggerezza.



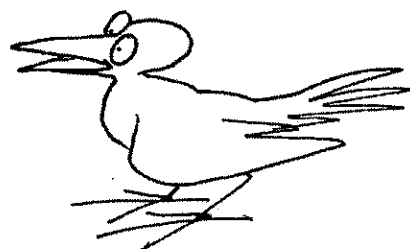
Succede la stessa cosa se si avvicina al dispositivo un pezzo di vetro elettricamente carico (quindi al quale son stati strappati degli elettroni).

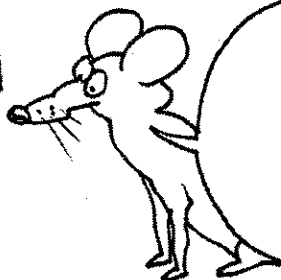
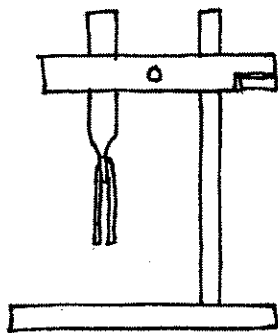


Gli elettroni migrano dalle foglie d'oro fino alla parte superiore del dispositivo metallico



Le foglie d'oro, cariche allora positivamente, si respingono.



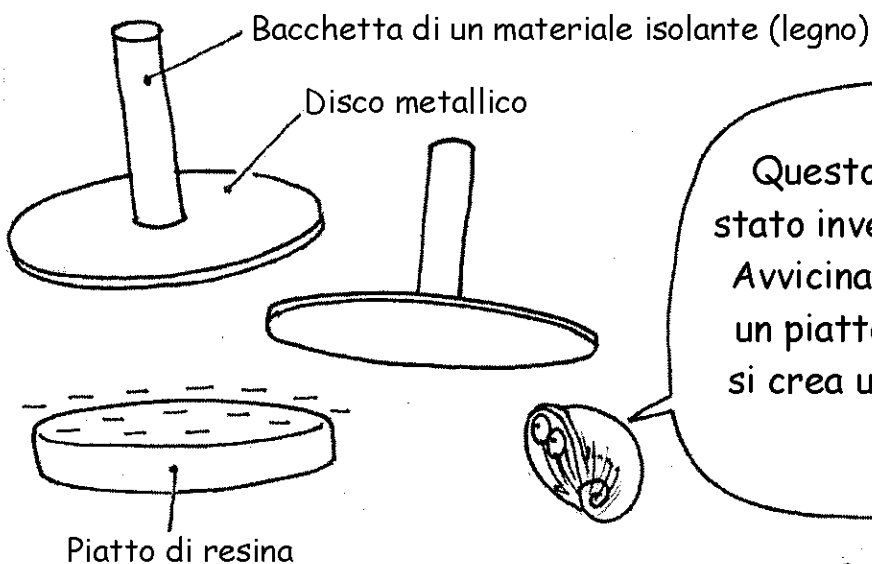


Ma quando si allontanano i corpi elettrizzati, gli elettroni ritornano al loro posto, il fenomeno sparisce ed il metallo é di nuovo **ELETTRICAMENTE NEUTRO**.

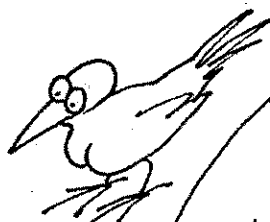
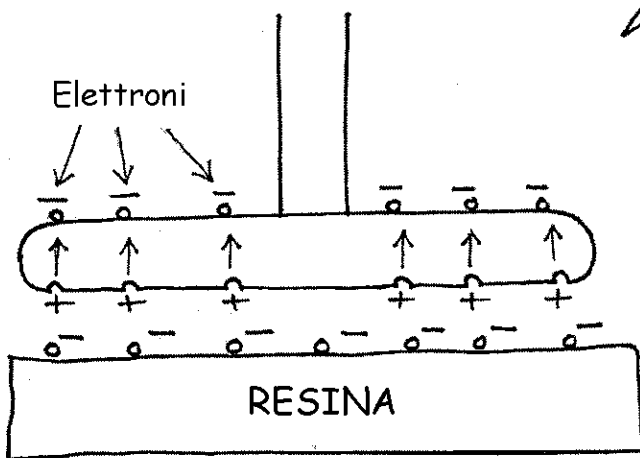


Come possiamo allora **CARICARE** un pezzo di metallo?

# L'ELETTROFORO



Questo semplice dispositivo é stato inventato dall'italiano Volta. Avvicinando il disco metallico ad un piatto di resina elettrizzato, si crea un fenomeno di induzione elettrostatica.

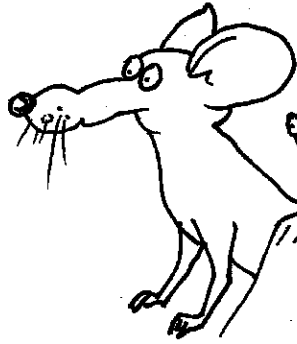


Gli elettroni del metallo che si trovano sul lato inferiore del disco, respinti da quelli della resina, migrano verso il lato superiore.

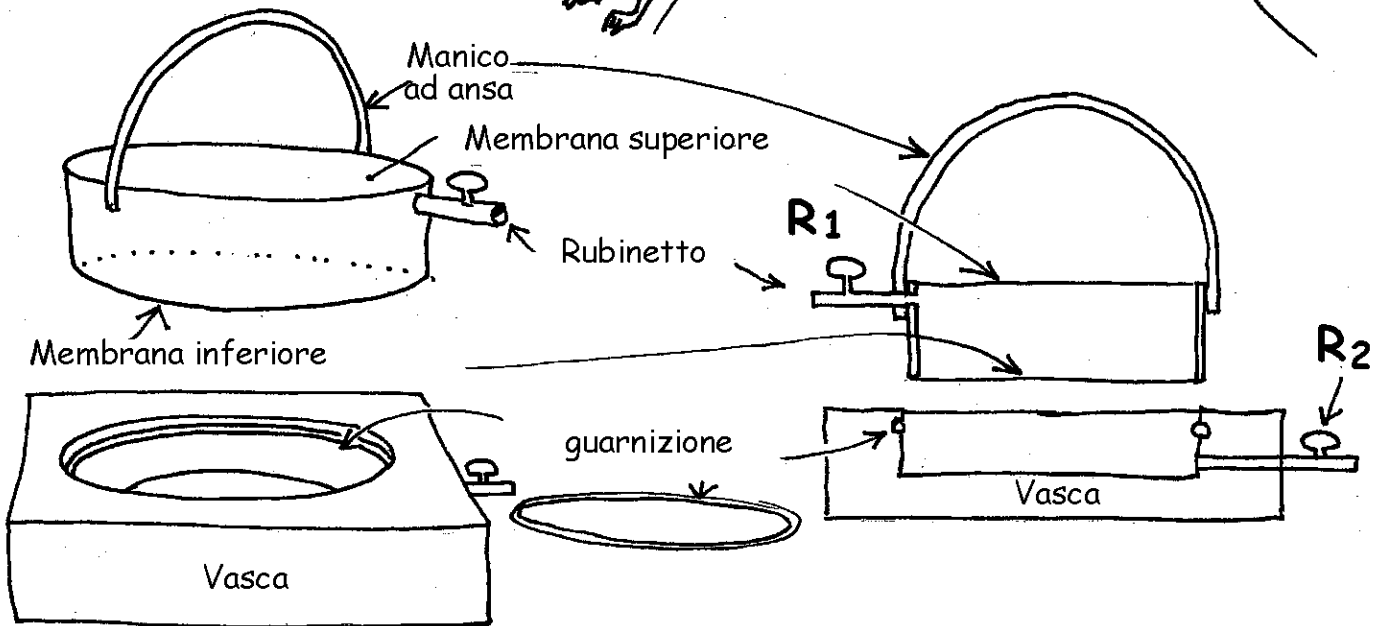




"Foro" deriva dal greco "phoros" che significa "portare". Un elettroforo é quindi uno strumento che permette di trasportare delle cariche elettriche. Per capire come funzioni faremo un'analogia con la meccanica dei fluidi.

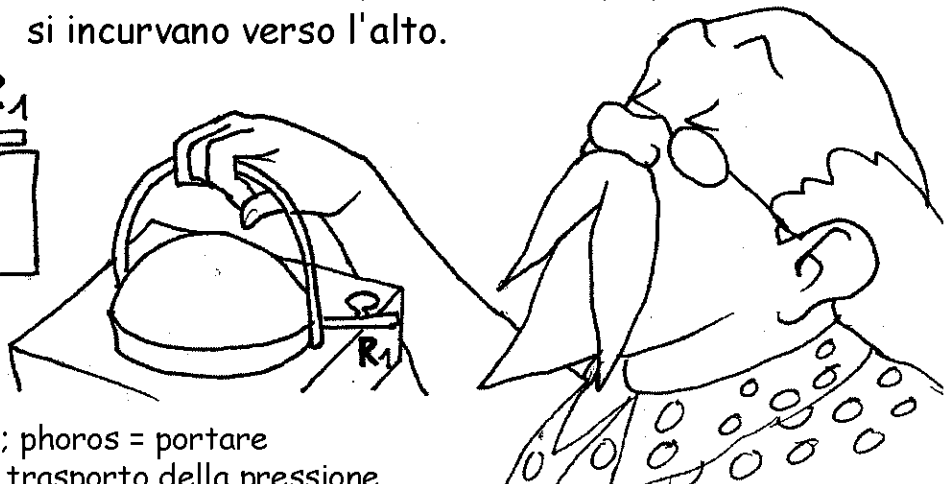
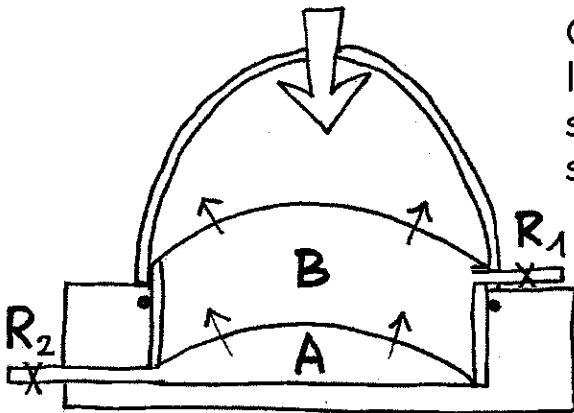


Che cos'è questo aggeggio?

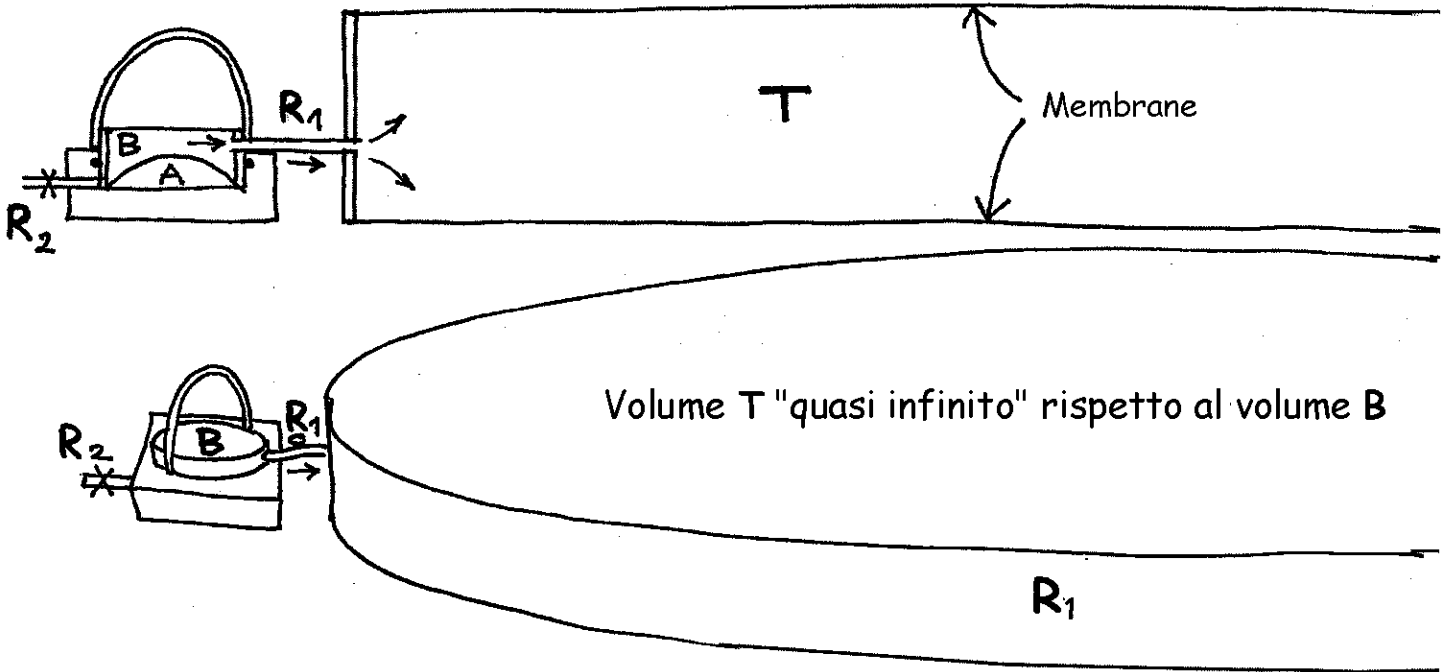


# IL BAROFORO(\*)

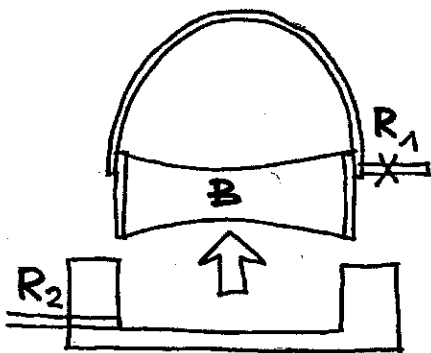
Quando inseriamo il baroforo nella vaschetta, l'aria si confina nello spazio A. Questa pressione si esercita sul volume B e le due membrane si incurvano verso l'alto.



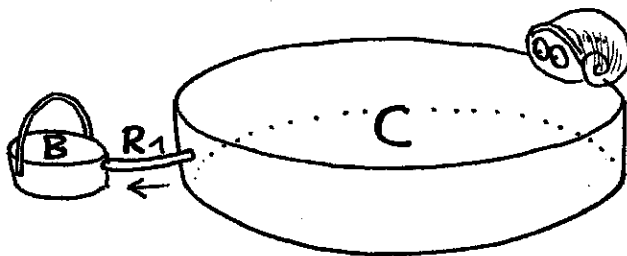
(\*) Baros = pressione ; phoros = portare  
etimologicamente: trasporto della pressione



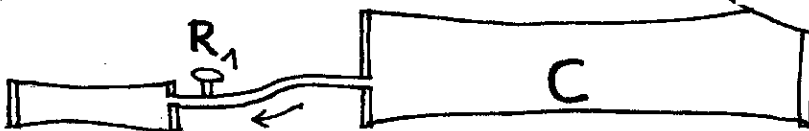
Collegiamo allora il volume B, limitato dalle due membrane, con un "immenso" recipiente T, egualmente limitato da due enormi membrane. Il suo volume é inizialmente alla pressione atmosferica. Le pressioni in B e T avranno tendenza allora ad eguagliarsi ed assumeranno un valore praticamente eguale alla pressione atmosferica. La membrana superiore del baroforo diventerà allora nuovamente piatta. Chiudiamo ora il rubinetto R1 e togliamo il baroforo dal suo supporto. Otteniamo quanto segue:



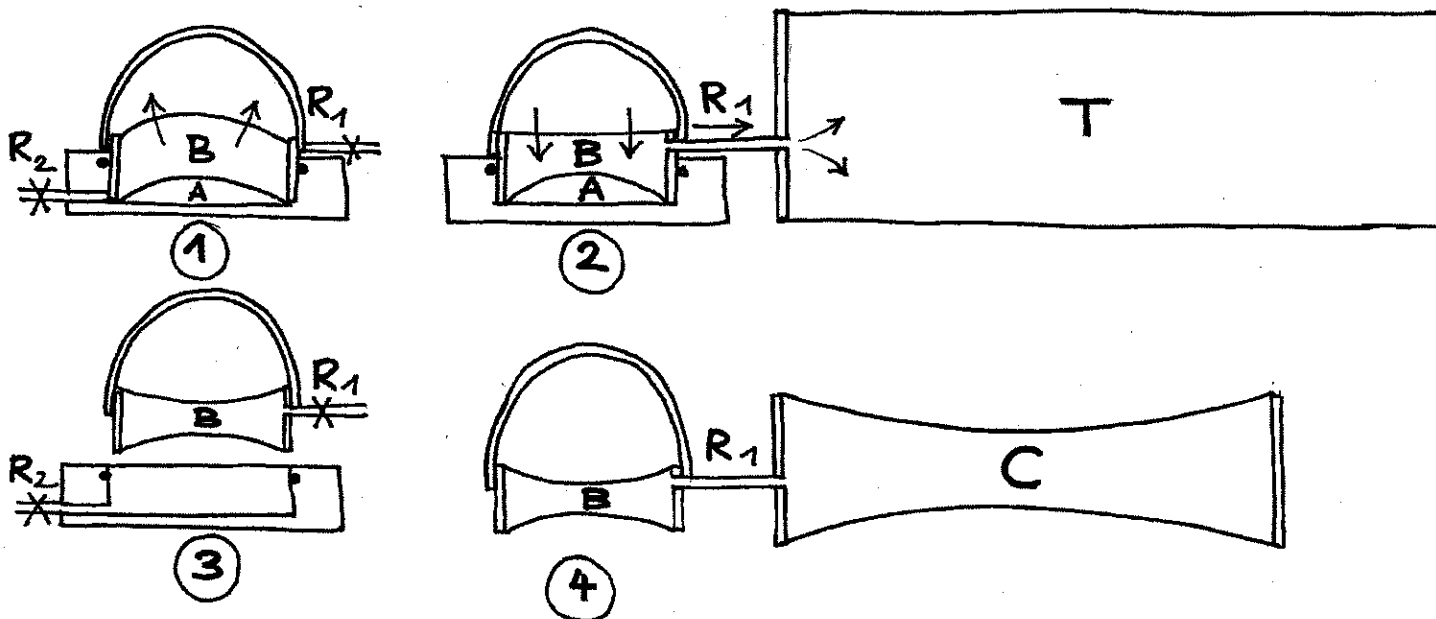
Il volume B é in **DEPRESSIONE** rispetto alla pressione atmosferica esterna. Potremmo trasportare quest'aria "**DEPRESSA**" in qualsiasi luogo e servircene per diminuire la pressione in un altro contenitore, questa volta di una **CAPACITA'** finita C.



Le due pressioni si eguaglieranno ed il baroforo B avrà creato una leggera depressione nel contenitore di **CAPACITA'** C, riempito d'aria, le cui membrane allora si incurveranno leggermente.



Potremmo ripetere l'operazione e ad ogni passaggio estrarre un po' d'aria dal contenitore a CAPACITA' C, ma sempre di meno. Dopo alcune operazioni non otterremo piu' alcun risultato perché le due pressioni ( o piuttosto depressioni) saranno diventate uguali.

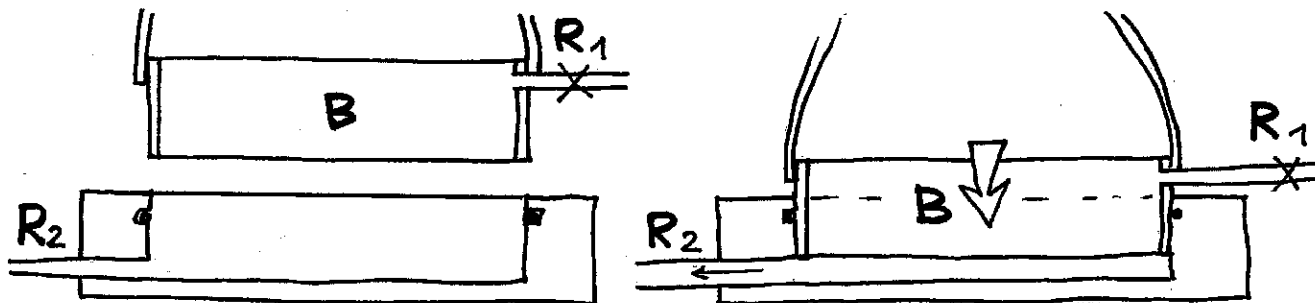


Otterremo così una specie di pompa a vuoto per mezzo della quale, con l'aiuto del baroforo, possiamo **TRASPORTARE DELLA DEPRESSIONE.**

Sarebbe possibile allora trasportare della sovrappressione ?

Simpatico questo sistema !

Quando il baroforo é a pressione ambiente, le membrane sono a riposo.  
 Quando invece effettuiamo le manovre descritte precedentemente, creiamo una **DEPRESSIONE** nel compartimento B. Si formano delle **TENSIONI** sulle membrane.  
 In questo caso sar  una **TENSIONE NEGATIVA**. Mediante il baroforo, creeremo ora una **PRESSIONE POSITIVA** all'interno del compartimento B, diremo allora che le membrane sono in uno stato di **TENSIONE POSITIVA**.

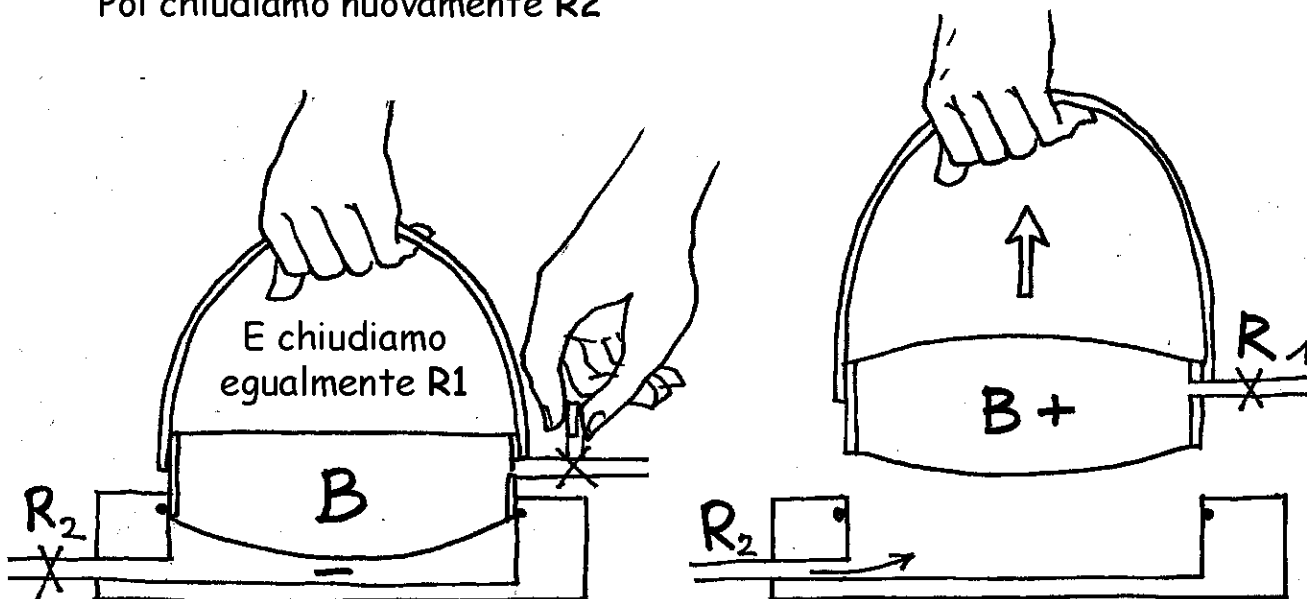


Apriamo il rubinetto R2 e inseriamo il baroforo sul suo supporto.



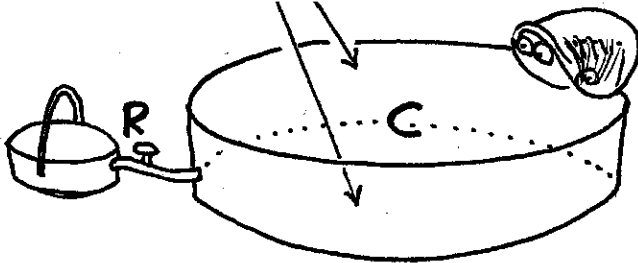
Apriamo quindi R1 mettendo in comunicazione B con il compartimento a gran volume.

Poi chiudiamo nuovamente R2



Apriamo quindi il rubinetto R2 ed estraiamo il baroforo.

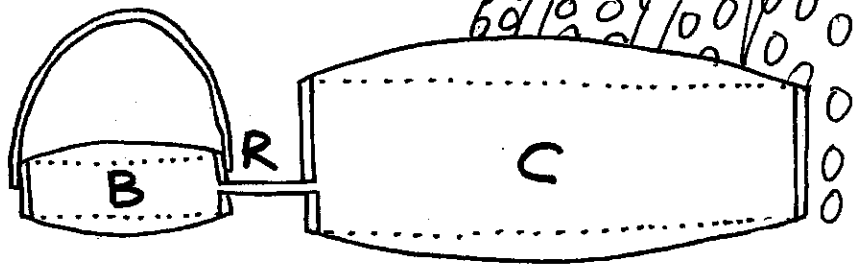
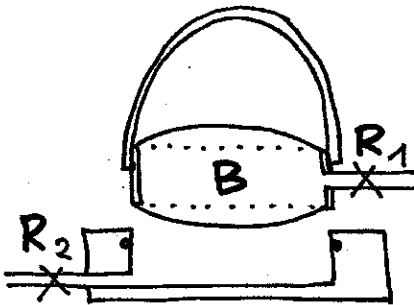
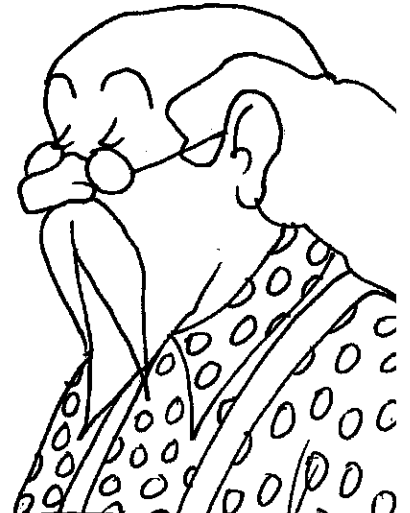
Membrane piatte



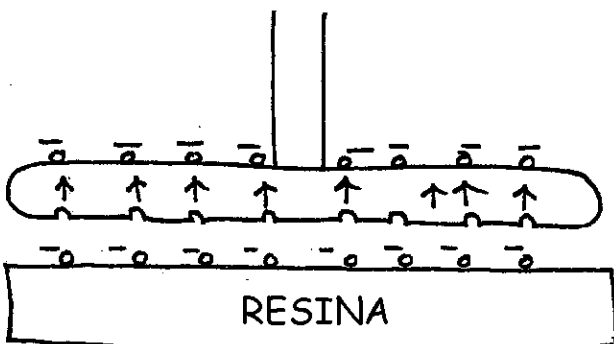
Le due pressioni si eguagliano, il barometro B permette di creare allora una leggera sovrappressione nel contenitore a CAPACITA' C riempito d'aria, le cui membrane si bombano leggermente.



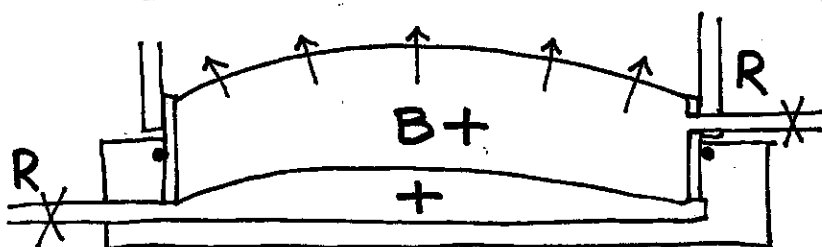
Possiamo ripetere l'operazione con questo "compressore manuale" fino ad ottenere delle pressioni eguali in B e C. Allora la pressione creata in C sarà massima. Diremo che la CAPACITA' C sarà al suo stato di TENSIONE MASSIMA POSITIVA.

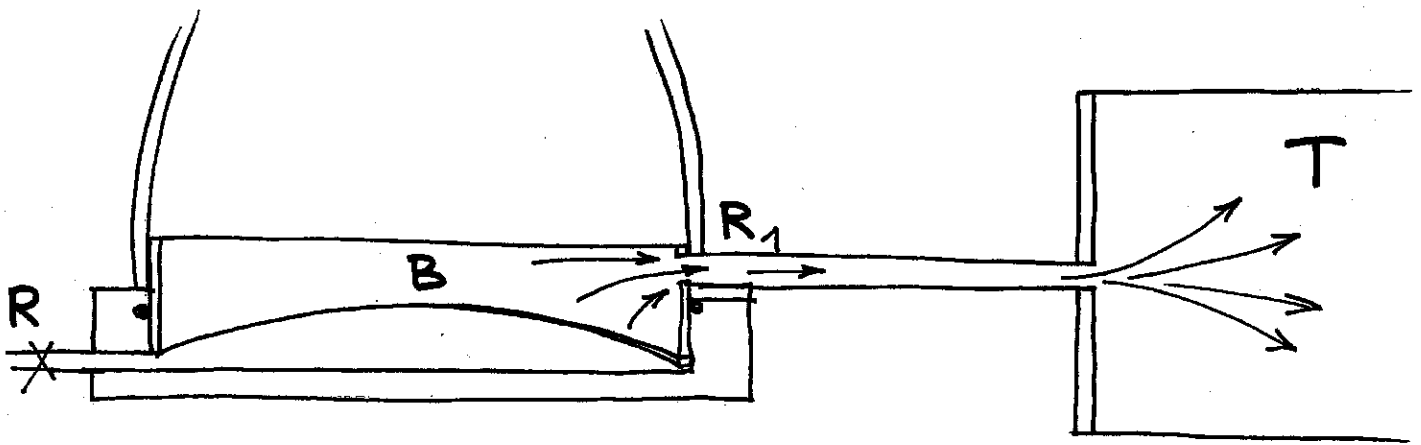


La "pompa" diventa efficace quando le pressioni in B e C si eguagliano, quando le TENSIONI delle membrane sono identiche.

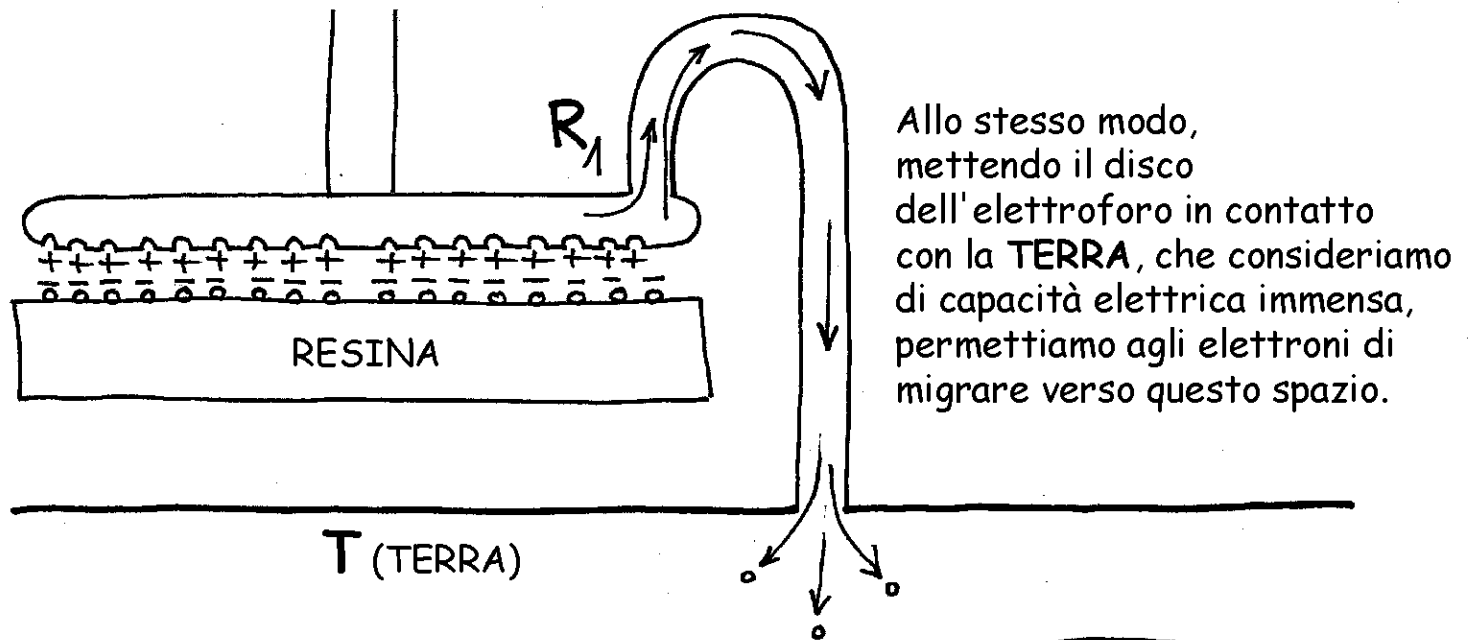


Torniamo ora al nostro elettroforo. Gli elettroni presenti sulla superficie della resina respingono gli elettroni del metallo verso la parte superiore del disco.

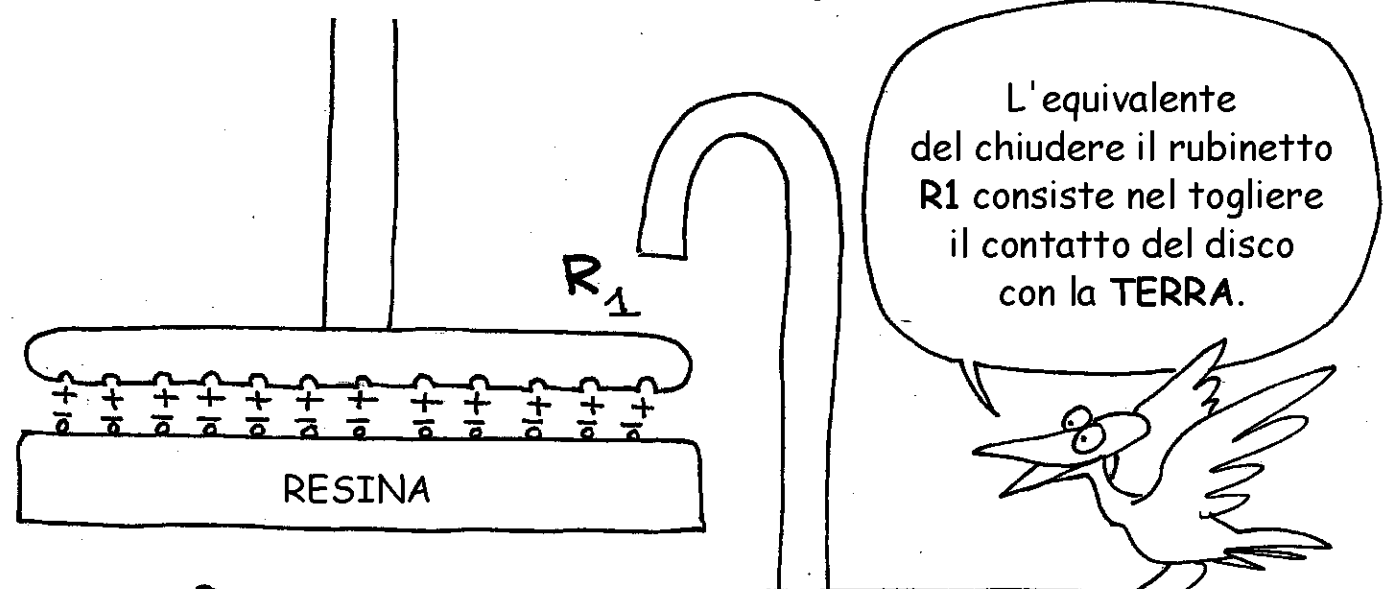




Aperto il rubinetto  $R_1$  consentivamo alla sovrappressione del compartimento  $B$  di evacuarsi nel volume  $T$ , inteso di capacità infinita.



Allo stesso modo, mettendo il disco dell'elettroforo in contatto con la **TERRA**, che consideriamo di capacità elettrica immensa, permettiamo agli elettroni di migrare verso questo spazio.

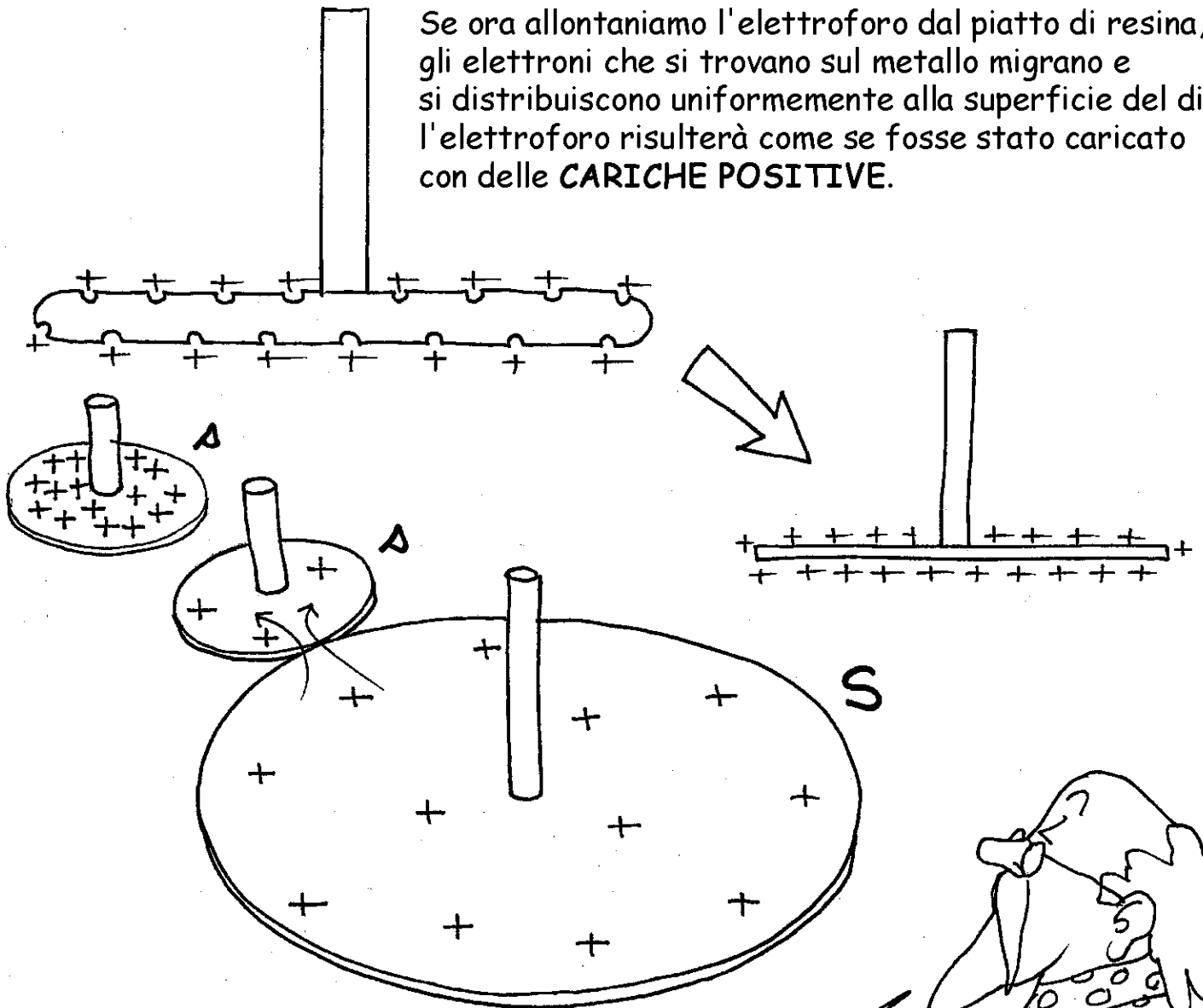


L'equivalente del chiudere il rubinetto  $R_1$  consiste nel togliere il contatto del disco con la **TERRA**.

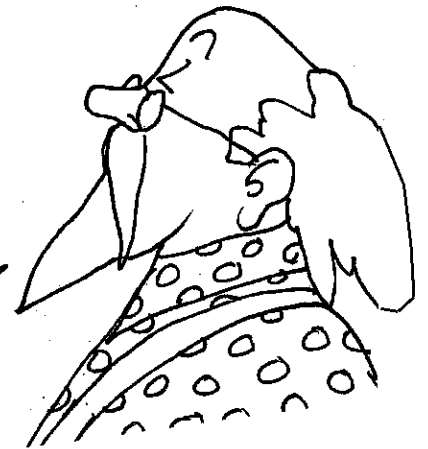


Le "cariche positive" situate ora sul disco sono infatti delle lacune che si creano per effetto delle cariche negative che rivestono la resina.

Se ora allontaniamo l'elettroforo dal piatto di resina, gli elettroni che si trovano sul metallo migrano e si distribuiscono uniformemente alla superficie del disco, l'elettroforo risulterà come se fosse stato caricato con delle **CARICHE POSITIVE**.



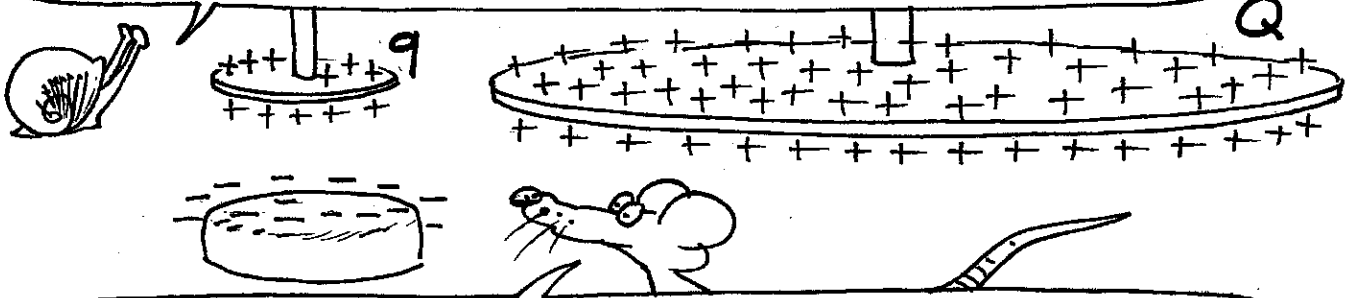
Se colleghiamo ora il nostro elettroforo di superficie  $s$  con una piastra di superficie  $S$ , le "cariche positive" si distribuiranno uniformemente nei due corpi, cioè avremo in entrambi la stessa densità di carica per unità di superficie. Infatti saranno gli elettroni del disco più grande a migrare verso il più piccolo. Ripetendo l'operazione, potremo realizzare un trasferimento di cariche elettriche, che cesserà quando la densità di cariche sulla superficie dell'elettroforo sarà uguale a quella della **CAPACITA'** che è stata caricata.





Comincio a capire l'analogia con il baroforo. Con quest'ultimo, a condizione di eseguire l'appropriato numero di trasferimenti, potevamo portare un dato volume di gas alla stessa pressione di quella contenuta nel compartimento B, una volta estratto il baroforo dal suo supporto.

Ma qual'è allora l'equivalente in **ELETTRICITA' STATICA** ?

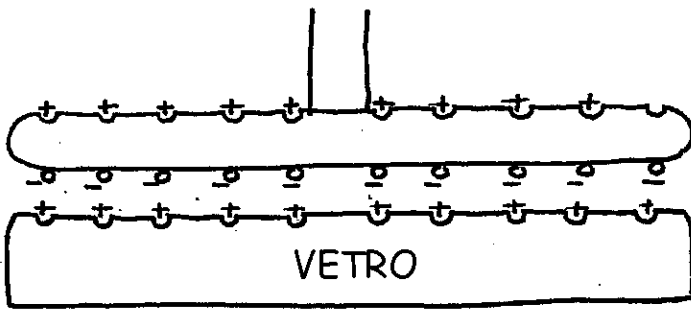


Semplicemente si potrà creare su di una superficie ricevente **S** una densità di carica pari a quella che si trova sul disco del mio elettroforo, che dipende dal grado di elettrizzazione del blocco di resina.

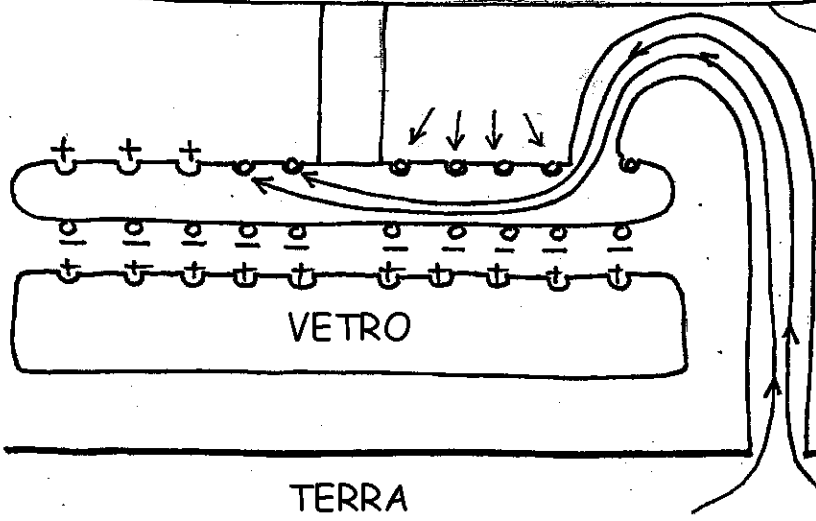
Ma queste cariche elettriche da dove vengono?  
Mi sembra quasi della magia.

Questo trucchetto, come dici tu, è ciò che ci ha permesso di passare dalla categoria "giochi per bambini" alle cose più serie.



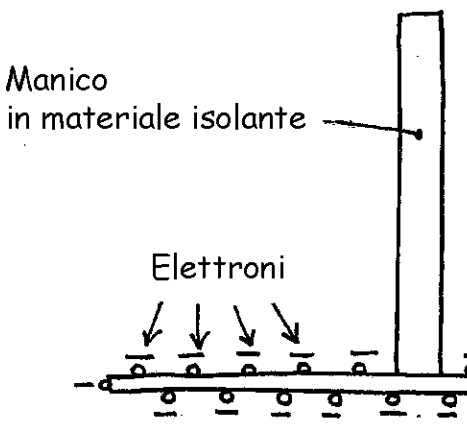


E cosa succede quando l'elettroforo funziona con un disco di **VETRO** la cui superficie presenta delle **LACUNE** ed é quindi **CARICA POSITIVAMENTE** ?




Questa volta, quando si collega il disco alla **TERRA**, sono gli elettroni che, attirati dalle lacune positive, salgono per neutralizzarle.

In seguito, se si allontana l'elettroforo, gli elettroni si ripartiscono uniformemente sulla superficie. Quest'ultimo si ritrova allora **CARICO NEGATIVAMENTE**, dotato cioè di una **TENSIONE NEGATIVA**.



Aspetta un po', qui non ci capisco più nulla, l'analogia con il **BAROFORO** non funziona più. Il **FLUIDO ELETTRICO** é come una specie di **GAS D'ELETTRONI** (\*). Qui ce ne sono di più, la piastra dovrebbe quindi trovarsi in sovrappressione, ad una tensione positiva, non é vero?




Ottima osservazione mio caro Anselmo.  
Effettivamente, quando gli uomini hanno cominciato a studiare l'elettricità, hanno pensato che si trattasse di un **FLUIDO ELETTRICO**. Ma nessuno sapeva in che senso scorresse. Si prese allora una direzione arbitraria, con una probabilità su due di azzeccare quella giusta.

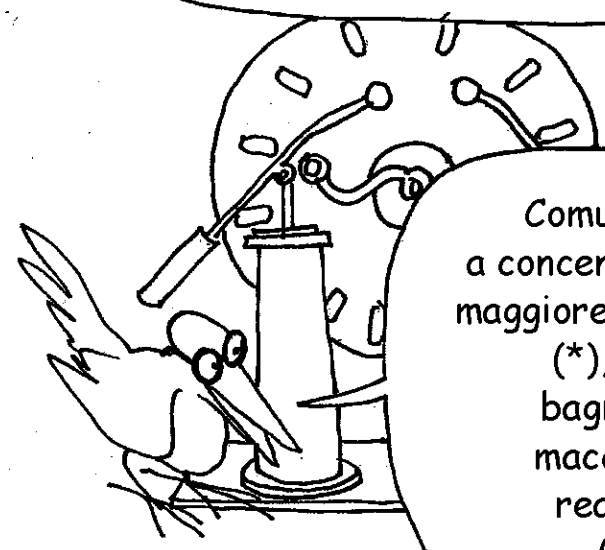
E neanche a farlo apposta si sbaglio' !



E in seguito fu impossibile rimediare all'errore. Quindi, come vedremo più avanti, ci si trovò con un senso di circolazione della corrente elettrica positivo, **INVERSO** al reale senso di scorrimento degli elettroni !




All'epoca non si sapeva che la corrente elettrica risultasse dallo scorrimento di un flusso di elettroni. Altrimenti le si avrebbe dato un segno negativo. Ma una volta fatto l'errore, fu troppo tardi per rimediare.



Comunque, grazie all'**ELETTROFORO** si arrivò a concentrare una quantità di carica elettrica sempre maggiore in **CONDENSATORI** di superficie crescente (\*), un po' come se si riempisse una vasca da bagno col cucchiaino. Si inventarono un sacco macchinari che sfruttavano questo principio e realizzavano tutto ciò in modo automatico, ( ma non li descriveremo in questa sede).

(\*) La carica elettrica di un condensatore, per una determinata differenza di potenziale, è proporzionale alla sua superficie




La carica elettrica cresce proporzionalmente alla superficie. Ma non sono obbligato a limitarmi alle superfici piane. Qui per esempio ho messo una grande foglia d'oro accartocciata in un recipiente isolato ed ho caricato il tutto al massimo.




Accidenti!

?!!




Prima faceva solo il solletico ma qui non si scherza!



Eh si, siamo passati da un semplice divertimento allo sviluppo di forze che possono proiettare un uomo a terra, se non ucciderlo (\*).

E' chiaro che il corpo umano conduce l'elettricità e toccando questa bacchetta ho messo il sistema in contatto con la **TERRA** (\*).



La direzione di scorrimento degli elettroni dipende dal segno della **CARICA** fornita al **CONDENSATORE**.

Come mai partendo da un semplice disco di resina o di vetro si puo' arrivare ad un sistema cosi' potente da uccidere un cavallo ?  
Devo dire che sono perplessa !

Torniamo al **BAROFORO**.  
Hai visto che si poteva trasportare un piccolo volume **B** ad una pressione **P** e poi, progressivamente, portare un volume **C**, molto più grande, alla stessa pressione.

Immagina ora di disporre di una pompa che ti permetta di portare un centimetro cubo di gas ad una pressione di cento chili.

Con questo **PISTONE** ad aria, dopo una migliaia di pompaggi, si potrà creare nella bombola d'acciaio questa stessa pressione.



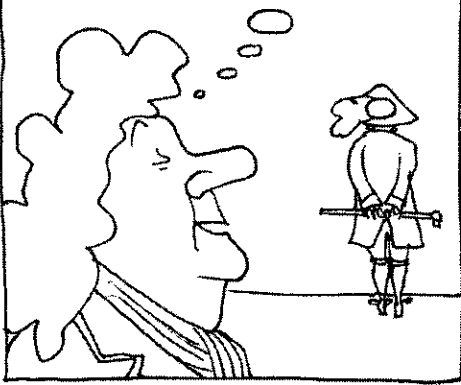
E cosi', con tempo e pazienza, si arriverà a confezionare una vera e propria bomba (nel caso in cui la bombola si dovesse rompere).

In campo elettrico, l'equivalente della pressione è la **TENSIONE ELETTRICA**, che si misura in volt.

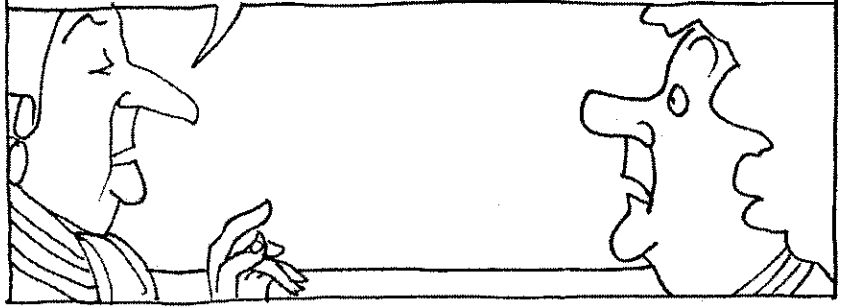
(\*) La **PRESSIONE** è anche una **DENSITA' D'ENERGIA** per **UNITA' DI VOLUME**.



é fatta... sono ricco !



Resta un solo problema :  
come crede di poter convincere 200 soldati  
a prendersi per mano ?



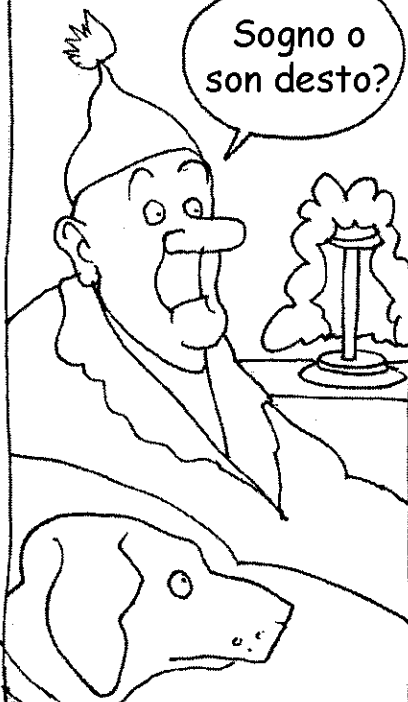
## L'EFFETTO PUNTA

Ok, lasciamo perdere le applicazioni  
militari. Resta comunque un buon sistema per  
imprigionare e conservare il "fuoco elettrico"  
in una bottiglia.



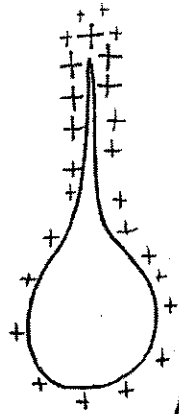
E durante  
la notte

Sogno o  
son desto?



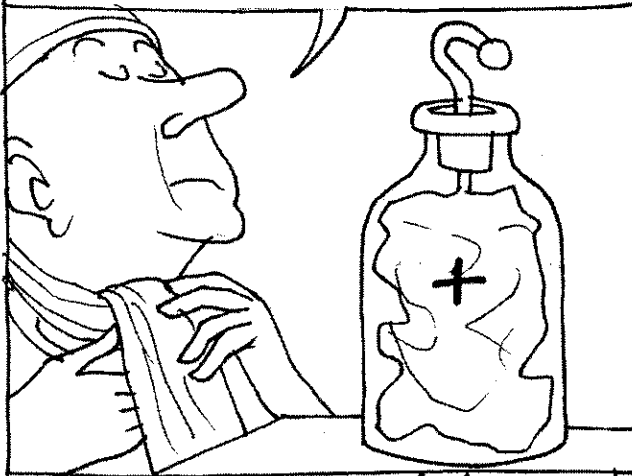
La mia bottiglia elettrica perde dalla punta del  
tappo. Emette della luce ed é quasi scarica.





Per l'effetto della pressione elettrica, le cariche tendono a concentrarsi sulle punte.

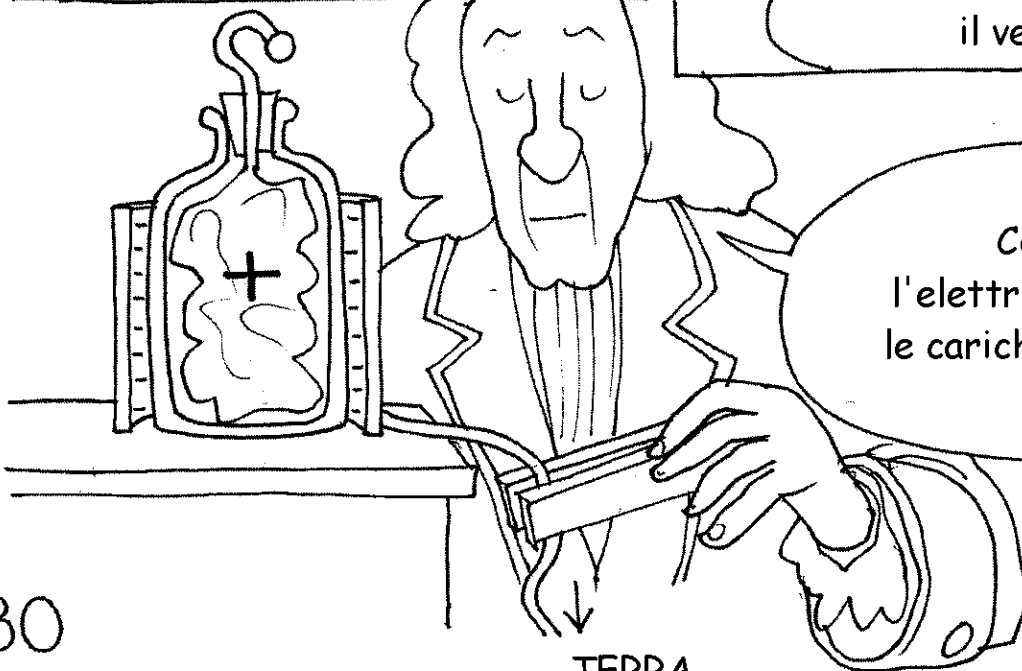
Se voglio evitare questa perdita d'elettricità, devo modificare il mio **ELETTRODO**.



E se avvolgessi la mia bottiglia con un foglio metallico ?

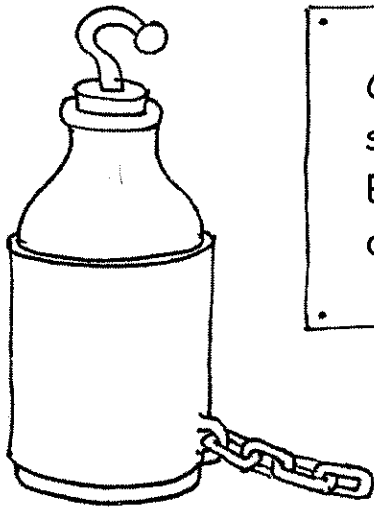


L'effetto di induzione elettrostatica funziona anche attraverso il vetro.

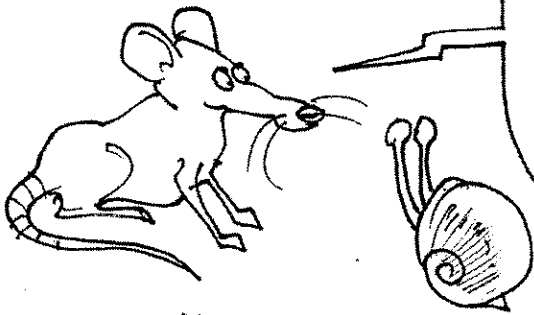


Come per l'elettroforo, scarico le cariche superficiali.

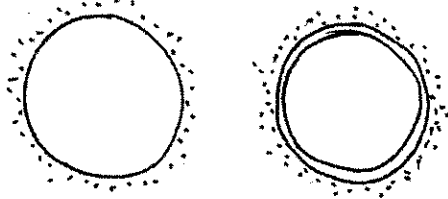
# IL CONDENSATORE



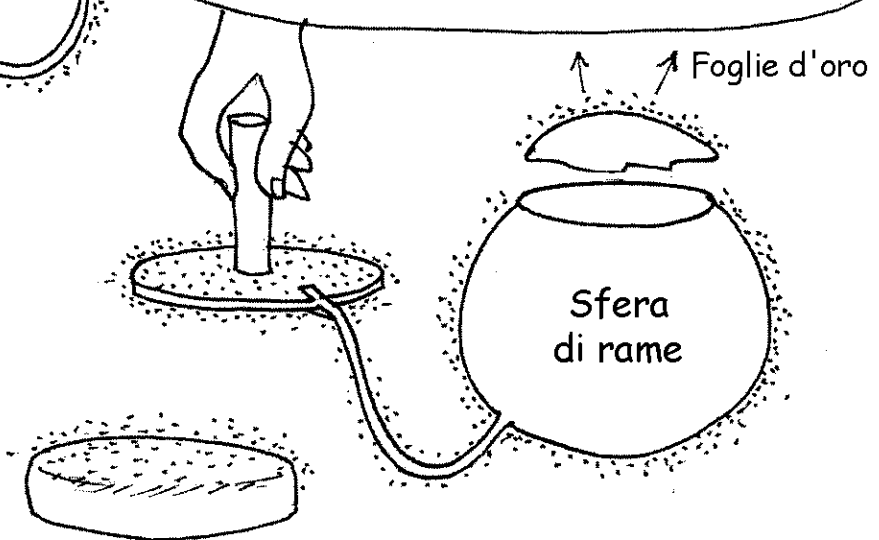
Con questo involucro esterno, si raddoppiava la carica elettrica. Era nato così, nel 1746, nella bella città olandese di Leyda, il primo **CONDENSATORE**.



Le esperienze si moltiplicarono, l'una più interessante dell'altra. Ci si accorse in breve tempo che una sfera piena ed una sfera vuota, se caricate allo stesso modo, possedevano alla fine la stessa quantità di carica elettrica.



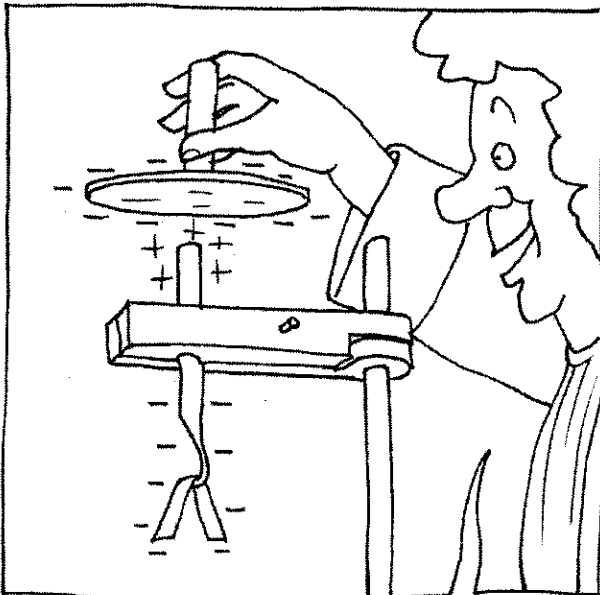
Normale, poiché le cariche elettriche restano in superficie, a causa della loro reciproca repulsione.



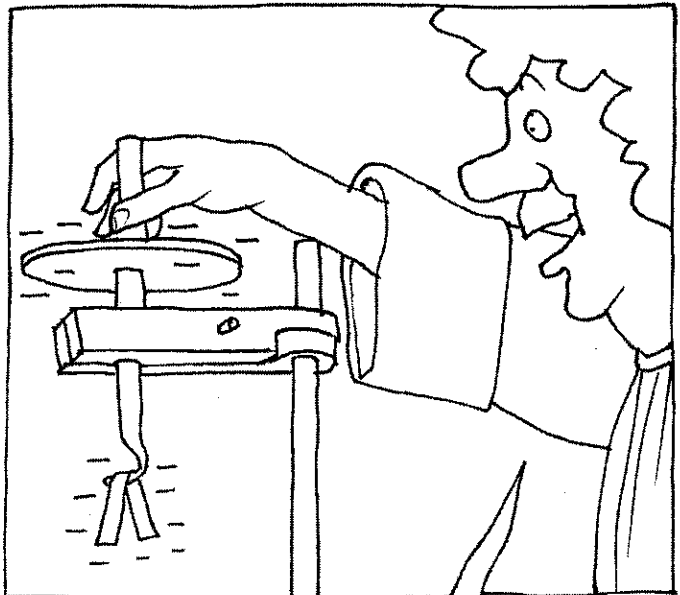
Se ne dedusse un'esperienza divertente: caricando una sfera metallica cava, chiusa superiormente da una sottile foglia d'oro, quest'ultima si solleva per effetto della **PRESSIONE ELETTRICA**.



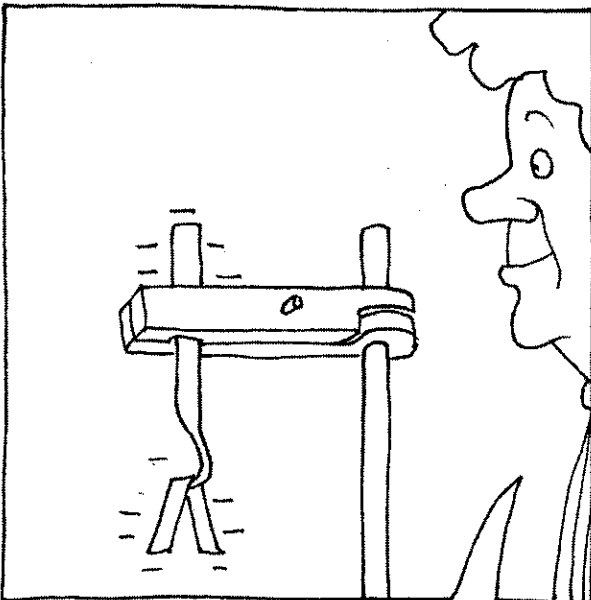
# ELETTROMETRO



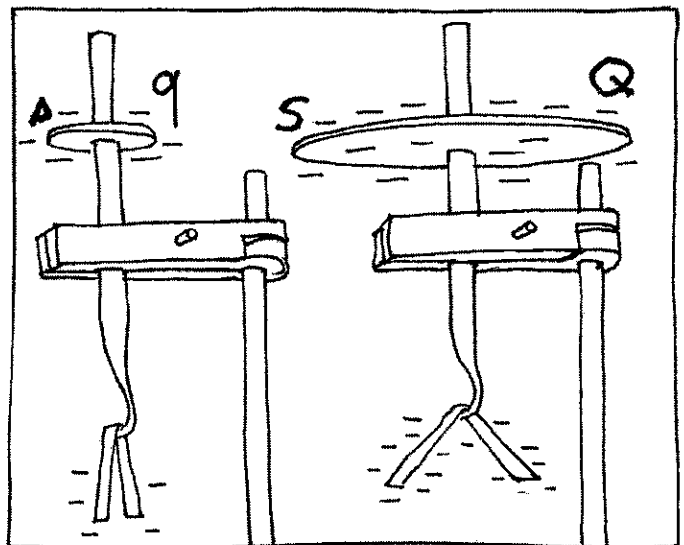
Torniamo alla nostra precedente esperienza. Fase numero uno : induzione elettrostatica.



Numero due : Neutralizzazione delle cariche positive o... ripartizione delle cariche negative.



Numero tre :  
Tolgo l'oggetto carico,  
rimane una carica negativa  
che mantiene le foglioline  
d'oro separate.



Utilizzando lo stesso disco di resina carico, notiamo come questi due elettrofori di superficie  $s$  e  $S$  assumano delle cariche  $q$  e  $Q$  proporzionali alle superfici, e la distanza tra le foglioline segue la stessa proporzione.

Chiamiamo questo dispositivo un elettroscopio o elettrometro a foglie d'oro. La distanza tra le foglioline ci da un'idea della quantità di carica elettrica contenuta in un oggetto metallico, anche se non ci permette di conoscerne il segno.

E riesce a conservare la carica nel tempo ?

L'aria non é un buon isolante, soprattutto quando é umida. Le cariche si perderanno allora gradualmente nell'atmosfera.

In laboratorio, le foglioline si conservano sotto vuoto.

Vuoto

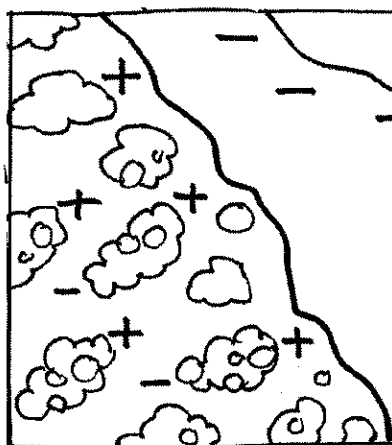
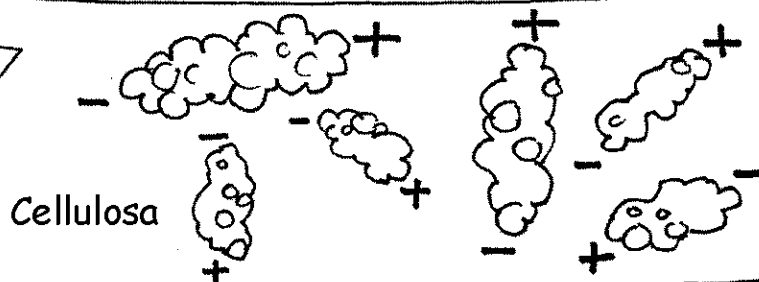
Nonno, capisco che si possa elettrizzare la mia stecca di plexiglass, ma non capisco come mai attragga la carta.

Ottima domanda.

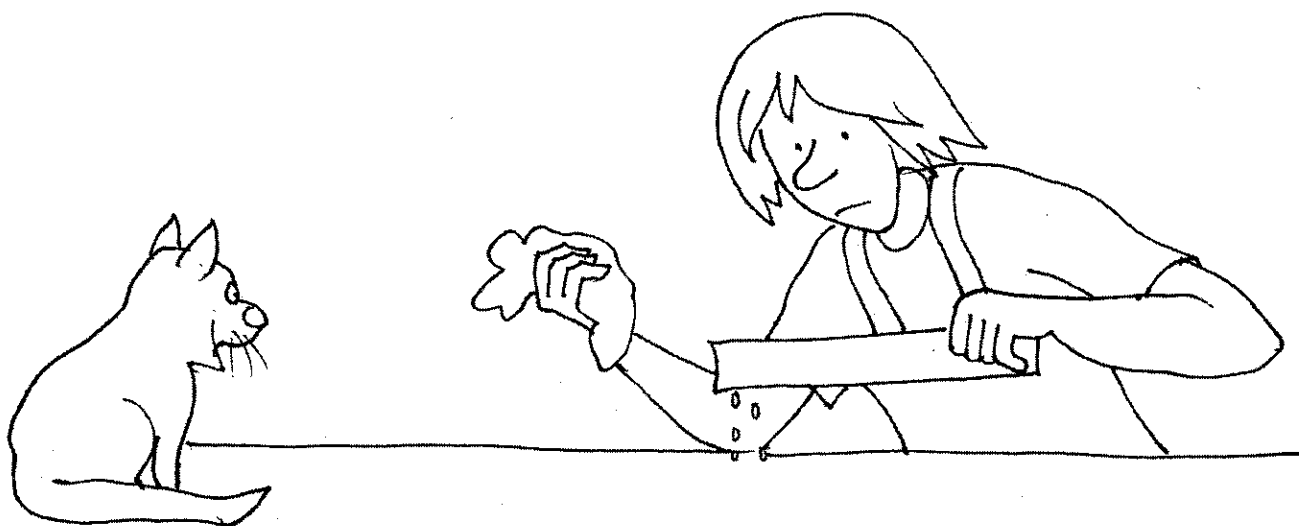
# LA POLARIZZAZIONE



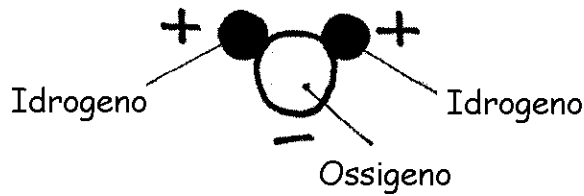
Hai visto che all'epoca si utilizzavano delle palline di sambuco, un legno molto leggero. Quest'ultimo é costituito, come la carta, da molecole di cellulosa (\*) che si trovano sotto forma di **DIPOLI ELETTRICI**, con una carica + ad un'estremità e - all'altra.



Vicine ad un oggetto elettricamente carico, queste molecole si orientano con le cariche di segno opposto verso l'oggetto carico. Si produce così una forza **ATTRATTIVA**.

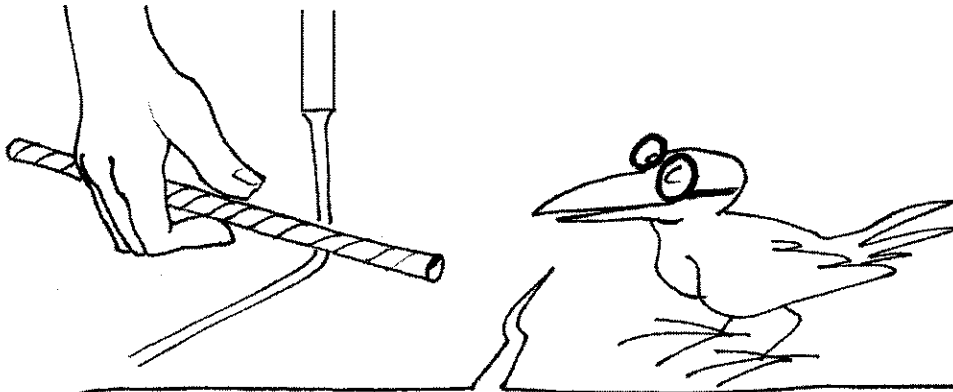


La molecola d'acqua é la "Molecola-Topolino"



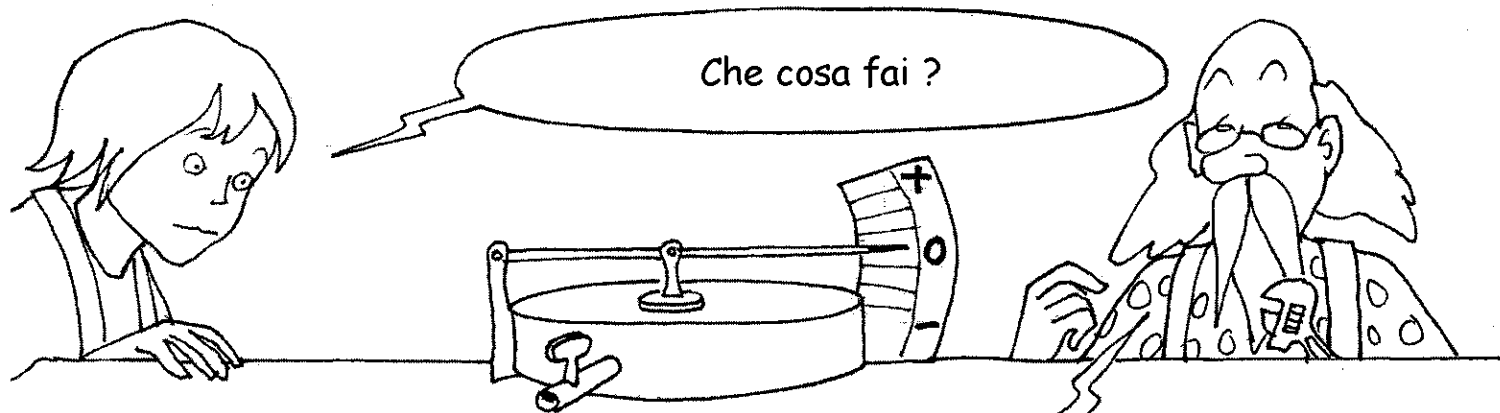
Per azione di un oggetto elettricamente carico,  
le molecole d'acqua si orientano e ne risulta una forza attrattiva.

	 Carica negativa	E si puo' vedere ?	Certamente ! con questa cannuccia di plastica.
--	------------------------	--------------------	---



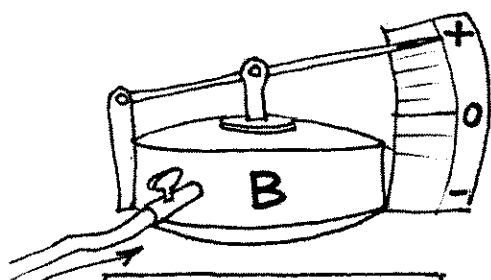
Strofinandone una di quelle che vi danno nei vari fast food dove si mangiano quelle schifezze di panini, ed avvicinandola ad un sottile filetto d'acqua, lo si puo' deviare di un angolo di 90 gradi.

Si, ma cio' non spiega che cosa sia la <b>CORRENTE ELETTRICA</b> .	
	<b>Il BAROFORO</b> é un 'ottima invenzione.

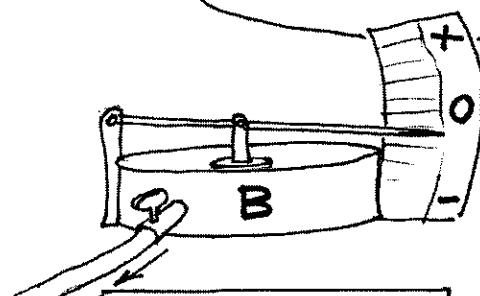


Che cosa fai ?

Un barometro.



Sovrapressione :  
tensione positiva  
tra le membrane



Depressione :  
tensione negativa  
tra le membrane

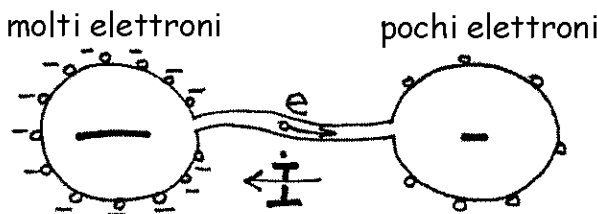
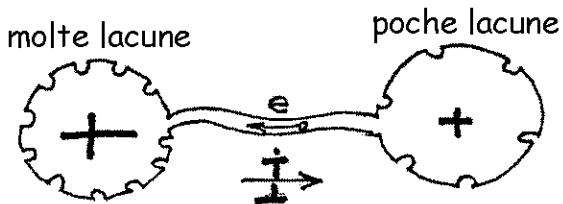
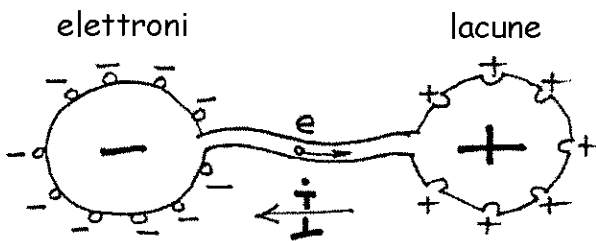
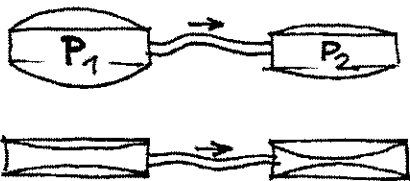


Pffft...  
é arcinoto,  
é un manometro  
a diaframma.

Si ottiene un flusso di gas se si collega le due camere B1 e B2,  
l'una con una pressione negativa e l'altra con una pressione positiva.



Infatti, cio' che provoca il flusso  
é la **DIFFERENZA TRA LE PRESSIONI P1 e P2**  
cioé la **DIFFERENZA** tra le **TENSIONI V1 e V2**  
delle due camere.



Più tutte le configurazioni intermedie.

Tra le due camere, il flusso di gas andrà dalla alta verso la bassa pressione, anche se queste due pressioni fossero inferiori a quella ambientale.

Troveremo queste stesse configurazioni nei condensatori carichi positivamente ( difetto di elettroni ) o negativamente ( eccesso di elettroni ).

Riassumendo, il flusso di elettroni é sempre diretto dall'ambiente che ne ha in eccesso a quello che ne ha in difetto. E come é stato deciso due secoli fa, il **VERSO** della corrente é **INVERSO** al senso di circolazione di questo **GAS D'ELETTRONI**.

Un errore veramente sciocco. C'era una probabilità su due...

Ed oggi, se volessimo cambiare il verso della **CORRENTE ELETTRICA** immaginatevi la confusione! Si é preferito rinunciare.

Forse su un altro pianeta ci sono riusciti.

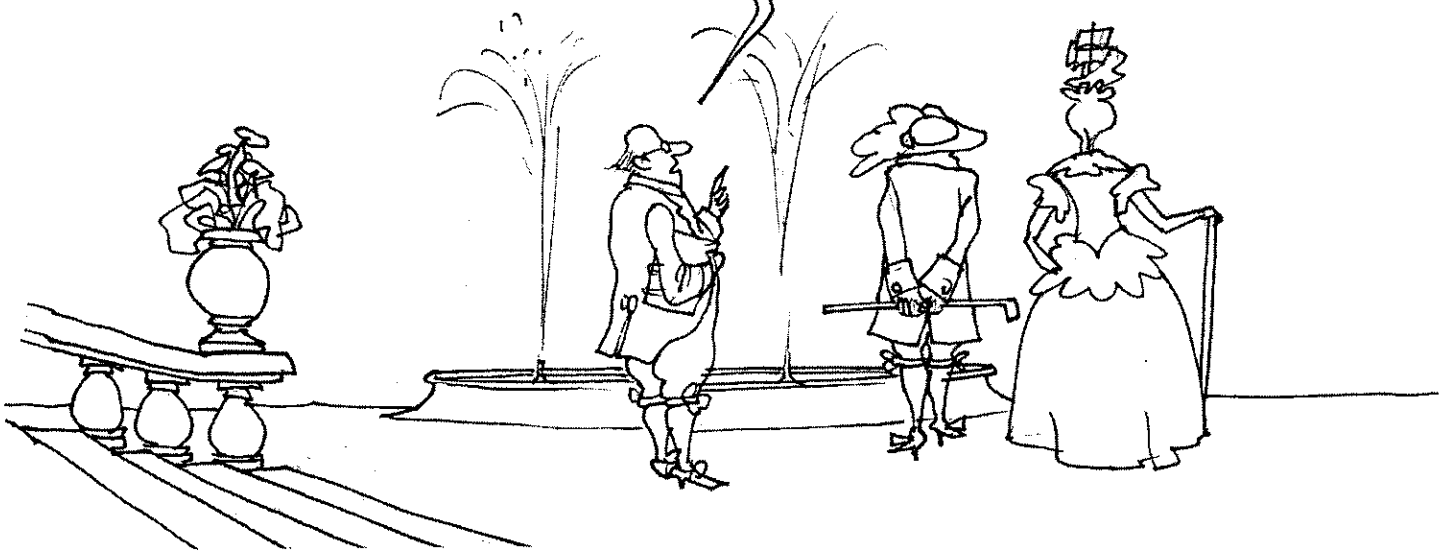
E' possibile.

Sire, la mia invenzione potrebbe applicarsi alle energie. Ho notato che quando scarico questa bottiglia di Leyda, questo condensatore, in un sottile filo di rame, quest'ultimo si riscalda per azione del fuoco elettrico.

Intende dire che con questo congegno si potrebbe fare il te ?

Sfortunatamente no... (\*)

Questa elettricità non ha veramente alcuna utilità, è nient'altro che un divertimento. Se vuole la mia opinione, non ha futuro.



(\*) I condensatori sono un pessimo sistema per conservare l'energia, anche con quelli più potenti, si può al massimo preparare il te per quattro persone.

# L'ELETTRICITA' IN NATURA


Benjamin Franklin a Filadelfia nel 1750.




Mio caro amico, ha letto questa lettera proveniente da Londra. L'accademia ride delle sue idee che giudica stravaganti.







Se sono delle scariche come penso, devono essere molto forti. Credo che sia meglio essere cauti per evitare di far da canale al fuoco elettrico. Ci vuole un minimo di prudenza.




Ecco una nuvola temporalesca che si avvicina

Filo di rame

Corda

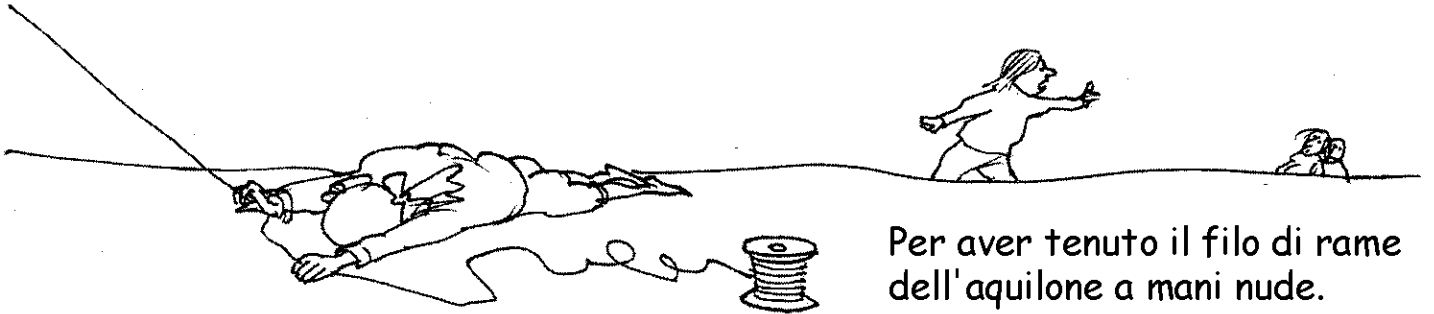
chiave

Paletto di ferro



Capperi !  
Una bella scintilla tra la chiave ed il paletto di ferro (\*)

Benjamin Franklin che dimostro' di aver ragione a tutti coloro che ridevano di lui, fece rapidamente notizia. Molti lo copiarono ma alcuni non ebbero la sua stessa prudenza. Fu cosi' che un anno dopo, a San Pietroburgo, per la prima volta un uomo, Georg Wilhelm Richmann, mori' ... fulminato.



Per aver tenuto il filo di rame dell'aquilone a mani nude.

Non giocate mai con l'aquilone durante un temporale. Un filo bagnato puo' condurre la corrente e potreste anche voi morire fulminati.

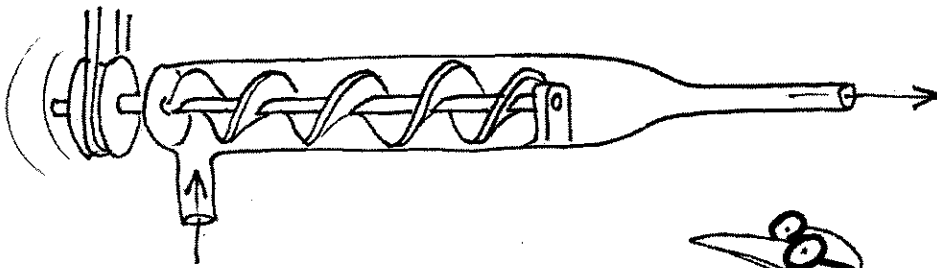
Ma le nuvole come si caricano d'elettricità ?



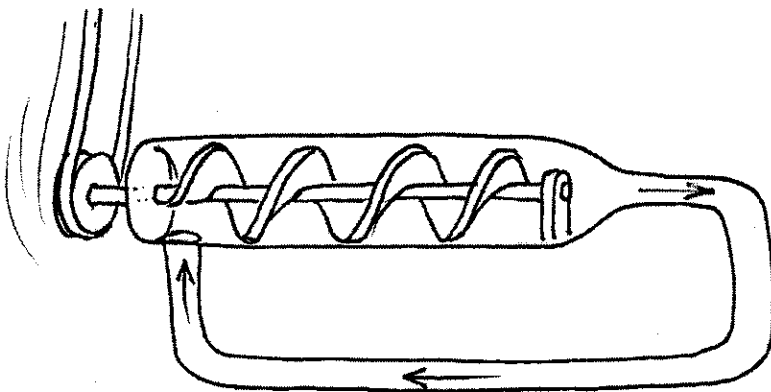
Si tratta ancora della **TRIBOELETTICITA'**, lo sfregamento di due corpi l'uno con l'altro. Nelle nuvole vulcaniche per esempio, le polveri che volteggiano nel gas si elettrizzano generando forti bagliori. Nelle nuvole temporalesche sono dei minuscoli cristalli di ghiaccio che, presi in una forte corrente ascendente, si elettrizzano e caricano la nuvola.

Facciamo un po' un riassunto generale.

Tutto é cominciato il V° secolo AC quando Talete scopri' le proprietà dell'ambra di attirare dei corpi di piccole dimensioni. Tredici secoli dopo, quando l' Europa comincio' ad interessarsi alla scienza, si provo' a strofinare tutti i materiali disponibili : resina, vetro... si imparo' a conservare l'energia elettrica in condensatori manuali e si costruirono dei macchinari capaci di provocare forti scosse elettriche. Ma é solo con la scoperta dei generatori di **CORRENTE ELETTRICA** che il "fuoco elettrico" comincio' ad essere utilizzato dall'uomo per le sue attività e non solo come un divertimento. La prima fonte di energia che fu scoperta utilizzava una reazione chimica. Si tratta della **PILA** di Alessandro Volta. Poi Gramme, Tesla e molti altri inventarono dei macchinari per trasformare l'energia meccanica in corrente elettrica. La loro descrizione non é argomento di questo libro, considereremo quindi un **GENERATORE ELETTRICO** semplicemente come una "pompa ad elettroni" (\*).



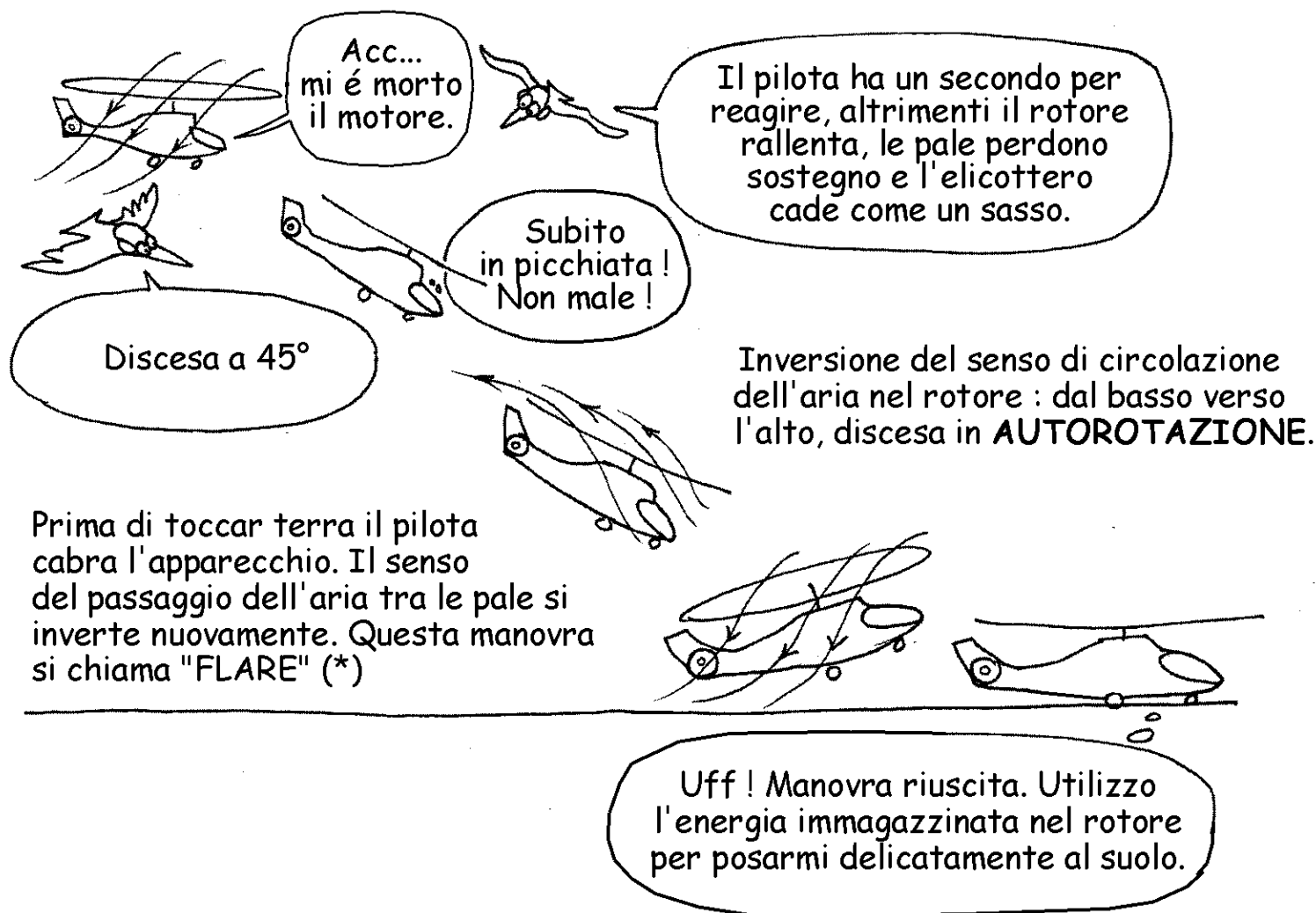
Una pompa non puo' funzionare di continuo se non c'è un recupero del fluido che é pompato, cioè una circolazione della **CORRENTE**. Altrimenti pomperebbe a vuoto.



(\*) Una "pompa ad elettroni", ricordandosi l'errore commesso al XVIII secolo che ha dato alla corrente elettrica il verso opposto rispetto alla circolazione degli elettroni.

# LA CORRENTE CONTINUA

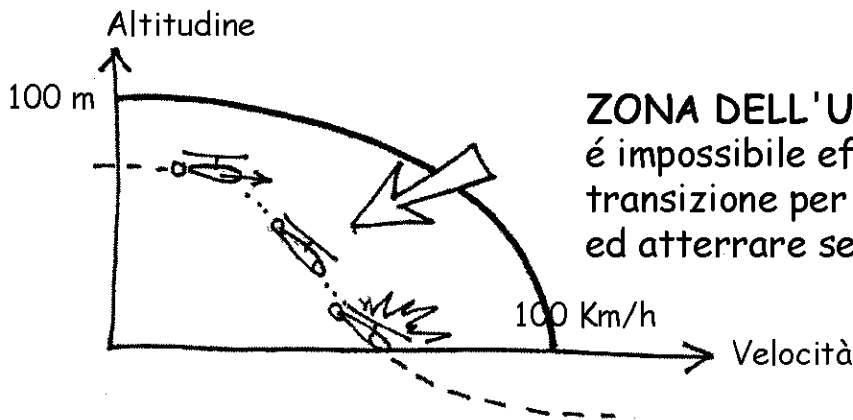
I generatori domestici di **CORRENTE CONTINUA** sono le **PILE** (non ricaricabili) e gli **ACCUMULATORI** (ricaricabili) che si trovano nelle automobili e in tutte le apparecchiature "SENZA FILO". Nell'industria dell'auto stanno nascendo dei sistemi **IBRIDI** in cui si ricarica di continuo degli accumulatori mediante il motore tradizionale migliorandone così il rendimento e riducendone il consumo. Il franco-australiano Pascal Chrétien (\*) è il pioniere dell'elicottero ibrido, sistema che permette di correggere il peggior difetto di questo tipo di apparecchio, cioè la sua incapacità a posarsi al suolo senza danni in seguito ad un'avaria motore nella **ZONA** dell'**UOMO MORTO**, campo di quota-velocità in cui l'atterraggio in autorotazione diventa impossibile. Un elicottero può **PLANARE** a modo suo, mediante una delicata manovra di **TRANSIZIONE**.



(\*) Pascal Chrétien : [pascal.chretien@swissmail.org](mailto:pascal.chretien@swissmail.org)

(\*) La Passione Verticale : scaricabile gratuitamente dal sito : <http://www.savoir-sans-frontieres.com>

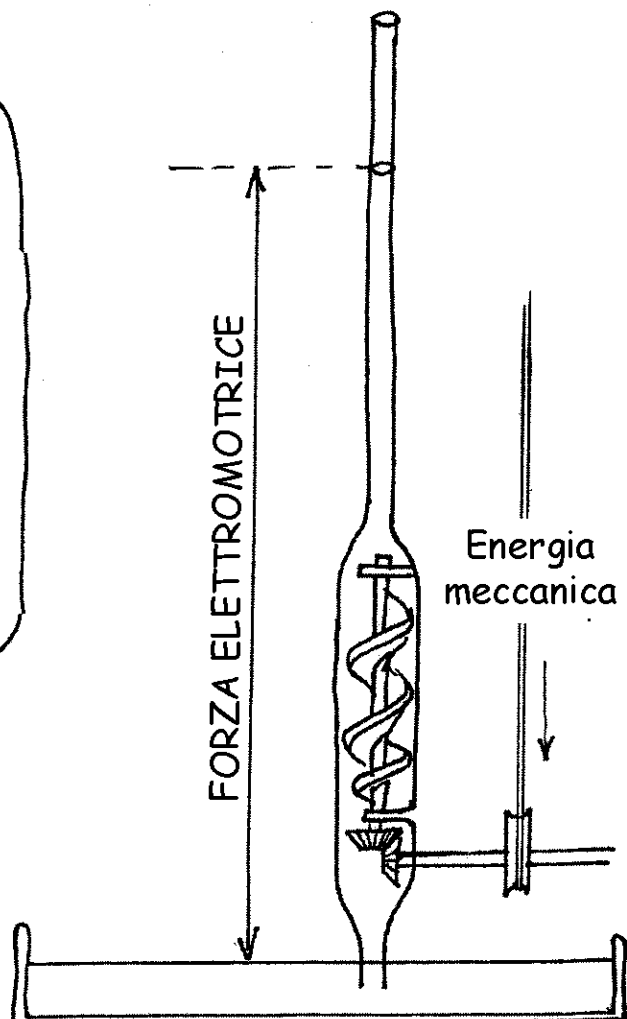
Ma questa manovra diventa impossibile se ci si trova ad una velocità di 100km/h vicino al suolo o ad una velocità nulla a 100 metri di altezza e per tutte le configurazioni intermedie. Ci si trova nella **ZONA DELL'UOMO MORTO**.

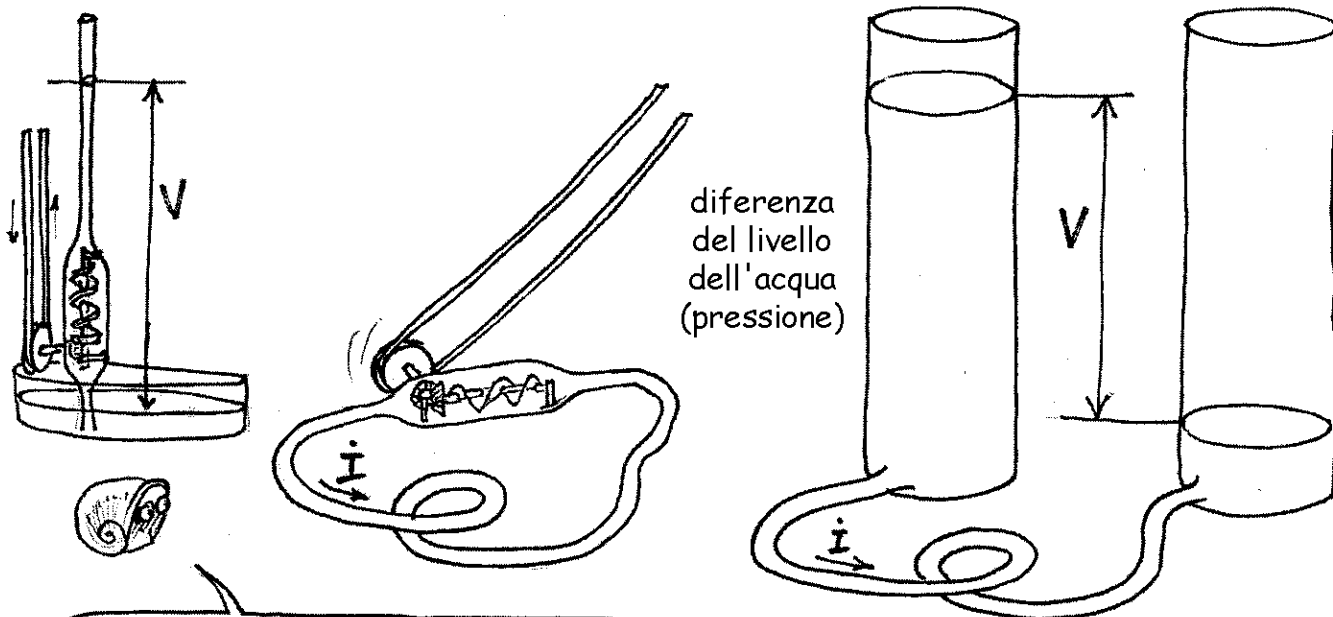


**ZONA DELL'UOMO MORTO:**  
 é impossibile effettuare una qualunque transizione per passare in autorotazione ed atterrare senza danni.

Purtroppo, i piloti d'elicottero volano spesso con i parametri di quota e velocità della zona morta. Il fatto di possedere una batteria carica in grado di compensare un'eventuale avaria del motore principale trasformandolo in motore elettrico, diminuirebbe i rischi di incidente di questo tipo (\*).

Torniamo ora alla corrente continua. Un generatore elettrico é una pompa ad elettroni, capace di fornire una "pressione elettronica" che si chiama **FORZA ELETTROMOTRICE**. Se si paragona questo generatore ad una pompa idraulica, l'immagine sarà l'altezza (uguale alla pressione) che il liquido puo' raggiungere in un "CIRCUITO APERTO".





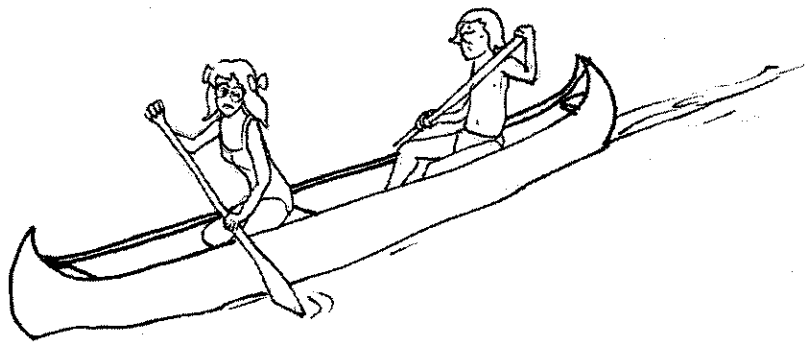
differenza  
del livello  
dell'acqua  
(pressione)

Prendendo un tubo di sezione  $s$  e lunghezza  $L$  otterremo lo stesso flusso  $I$  (analogo all'intensità elettrica) collegandolo ad una pompa (analoga al generatore elettrico) che collegando due recipienti con un liquido a livelli diversi, sistema che riproduce la pressione fornita dalla pompa (analoga alla **FORZA ELETTRICITÀ**).

Sempre in analogia all'idraulica, che cos'è che limita il flusso d'acqua  $I$  all'interno di un certo tubo conoscendo la differenza di livello  $V$  dei due recipienti oppure la pressione d'ingresso fornita dalla pompa?

È l'**ATTRITO** dell'acqua sulle pareti del tubo.

Vuoi dire che l'acqua è frenata... dal tubo?



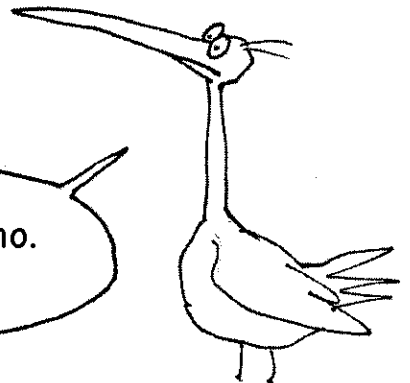
Quando uscite in canoa sul lago, tu e Sofia dovete muovere le pagaie per vincere l'attrito dell'acqua sullo scafo. E quando smettete di remare la canoa si ferma, non é vero ?

Così facendo si produce dell'**ENERGIA** che si **TRASMETTE** all'acqua. E poi, che fine fa ? In che cosa si trasforma ?

Beh, produce delle turbolenze, chiamiamola pure energia turbolenta.



Sì, ma queste turbolenze si smorzano e poi svaniscono. E l'energia dove sparisce, **COSA** diventa ?



Si trasforma in **CALORE**. Infatti remando scaldate l'acqua del lago. Non di molto comunque, poiché l'acqua ha una grande **CAPACITA' TERMICA**.



L'attrito é il fenomeno che in natura trasforma l'energia meccanica in energia termica, quindi in calore. E' il fenomeno che si produce quando per esempio ci sfregiamo le mani per riscaldarci. Possiamo anche far fondere del ghiaccio strofinandolo.

Veramente?

Quando siamo su di una pista da sci con poca pendenza e dobbiamo spingere per iniziare a sciare, non é per "scollare" gli sci, ma per far fondere la pellicola di neve in contatto con gli sci grazie al calore generato dall'attrito. Infatti non sciamo sulla neve ma su di una fine pellicola d'acqua che subito rigela.

Mi viene un'idea.

Maria, lo sai che quando sbatti la maionese ne aumenti la temperatura ?

Oh, non di molto, perché la maionese ha un' elevata capacità termica.

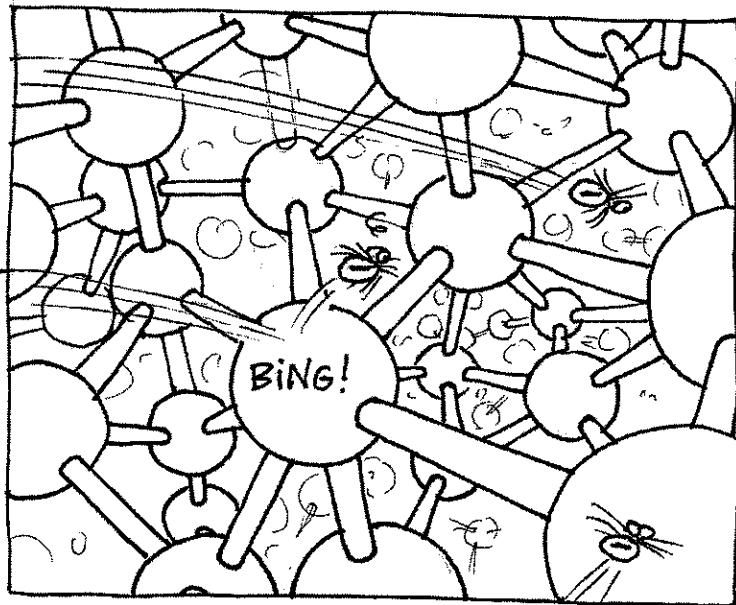
Ma che c'entra con l'elettricità ?



# RESISTENZA



Non mi dirai mica che gli elettroni che si muovono lungo un filo elettrico sbattono sulla guaina isolante che lo avvolge ?



Il reticolo fisso degli atomi del metallo crea altrettanti ostacoli che frenano la progressione degli elettroni. Scontrandosi ripetutamente contro di lui, gli elettroni gli cedono parte della loro energia.



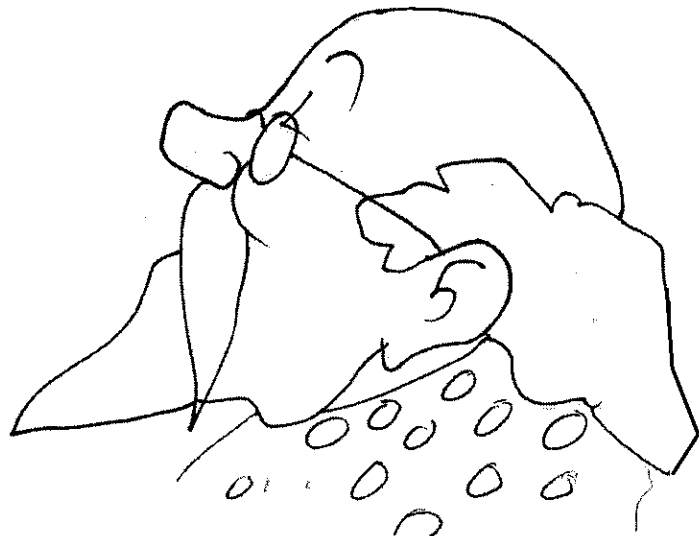
Ma come fanno gli atomi del metallo ad acquistare energia se non si possono muovere?

E' tutto il reticolo che si mette a vibrare.



Quando metto un ferro da stiro contro la guancia non sento vibrare i suoi atomi.

Ma gli atomi della guancia lo sentono.



Se volessimo creare un'analogia perfetta tra l'elettricità e l'idraulica, dovremmo far circolare un liquido in un **MEZZO POROSO**, la cui **POROSITA'** sarebbe l'equivalente della **CONDUTTIVITA'** (\*) di un materiale **CONDUTTORE** elettrico.



La differenza delle pressioni ( $P_1 - P_2$ ) è equivalente alla differenza di potenziale ( $V_1 - V_2$ ), e la portata di questa **CORRENTE LIQUIDA** è equivalente all'**INTENSITA'**  $I$  della corrente elettrica.

Quindi la questione diventa : per una certa differenza di pressione  $V = P_1 - P_2$ , in un condotto con porosità  $\pi = 1 / \rho$ , lunghezza  $L$  e sezione  $s$ , qual'è la portata di liquido  $I$  ?

- 1) maggiore è la porosità  $\pi$  o la conduttività elettrica  $\sigma$ , maggiore sarà la portata (intensità elettrica)
- 2) Più' lungo è il tubo e più' sottile è la sezione, più il liquido (o gli elettroni) avranno difficoltà a scorrere.



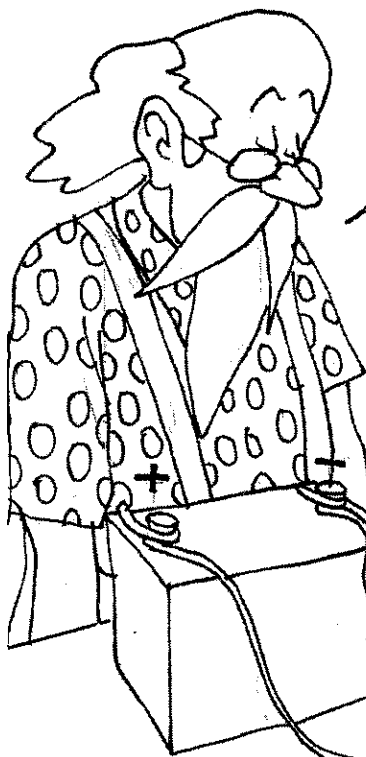
Che ne pensate di questa formula :

$$\text{Portata } I = \frac{\text{differenza di pressione } (P_1 - P_2)}{\text{resistività } \rho \times \text{lunghezza } L / \text{sezione } S}$$

Simpatica questa legge, non è vero ?  
E che succede se la applico all'elettricità ?



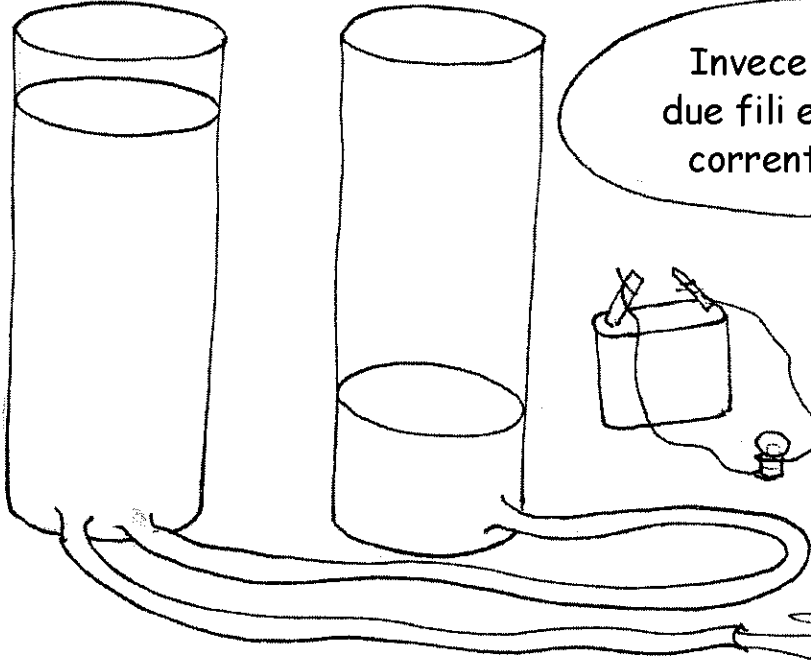
(\*) La **RESISTIVITA'** è l'opposto della **CONDUTTIVITA'**.



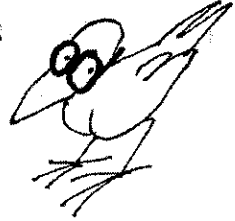
Per l'elettricità, la formula esattamente equivalente è:  
$$I \text{ (intensità elettrica)} = \frac{\text{differenza di potenziale (V1- V2)}}{\text{RESISTENZA } (\rho \times L/s)}$$

In altre parole la resistenza alla progressione di un fluido in un condotto si calcola con una formula simile a quella che serve a calcolare la resistenza elettrica di un filo.

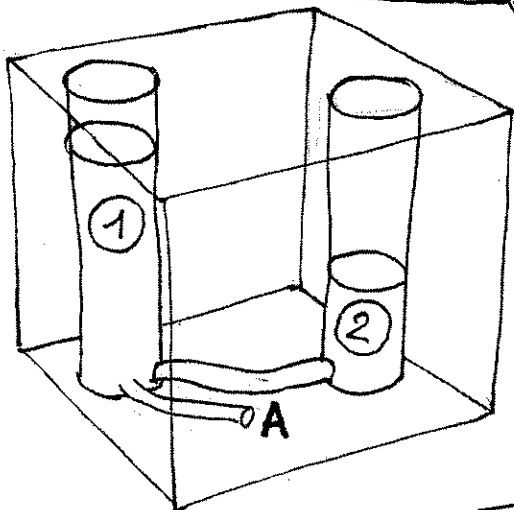
Un momento, c'è una cosa che non capisco in questa analogia idraulica. Per far scorrere un liquido in un condotto poroso non ho bisogno di due recipienti a diversi livelli, ne basta uno.



Invece se metto uno dei due fili elettrici "in aria" la corrente non circola più.



Dimentichi un particolare: l'aria non é un **CONDUTTORE**, ma un **ISOLANTE**. Se tu volessi completare l'analogia, dovresti chiudere il tuo sistema in una scatola impermeabile tipo plexiglass.



Così il liquido del recipiente 1 non potrebbe uscire dal condotto A.

# RESISTENZA INTERNA

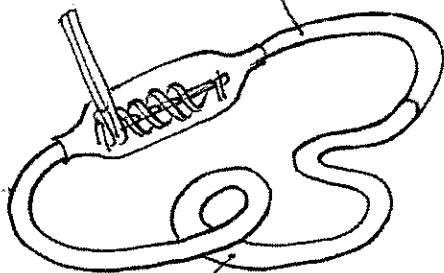


Se metto le linguette di questa batteria in **CORTO-CIRCUITO**, dovrei avere una corrente molto intensa che si scarica istantaneamente, no ?

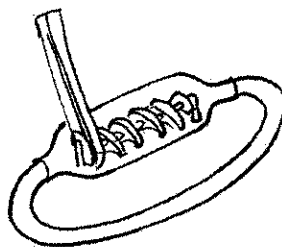


No, perché ogni generatore elettrico possiede una **RESISTENZA INTERNA** non nulla che fissa un limite massimo alla corrente che può fornire.

RESISTENZA INTERNA



RESISTENZA ESTERNA



Generatore in corto-circuito sulla resistenza interna

(\*) Per produrre una scarica elettrica, in aria, tra due elettrodi distanti di un centimetro, ci vuole una tensione di 20.000 volts

# i PERICOLI DELL'ELETTRICITA'

1780

Mamma mia! Le cosce di rana  
si muovono per effetto dell'elettricità!?!

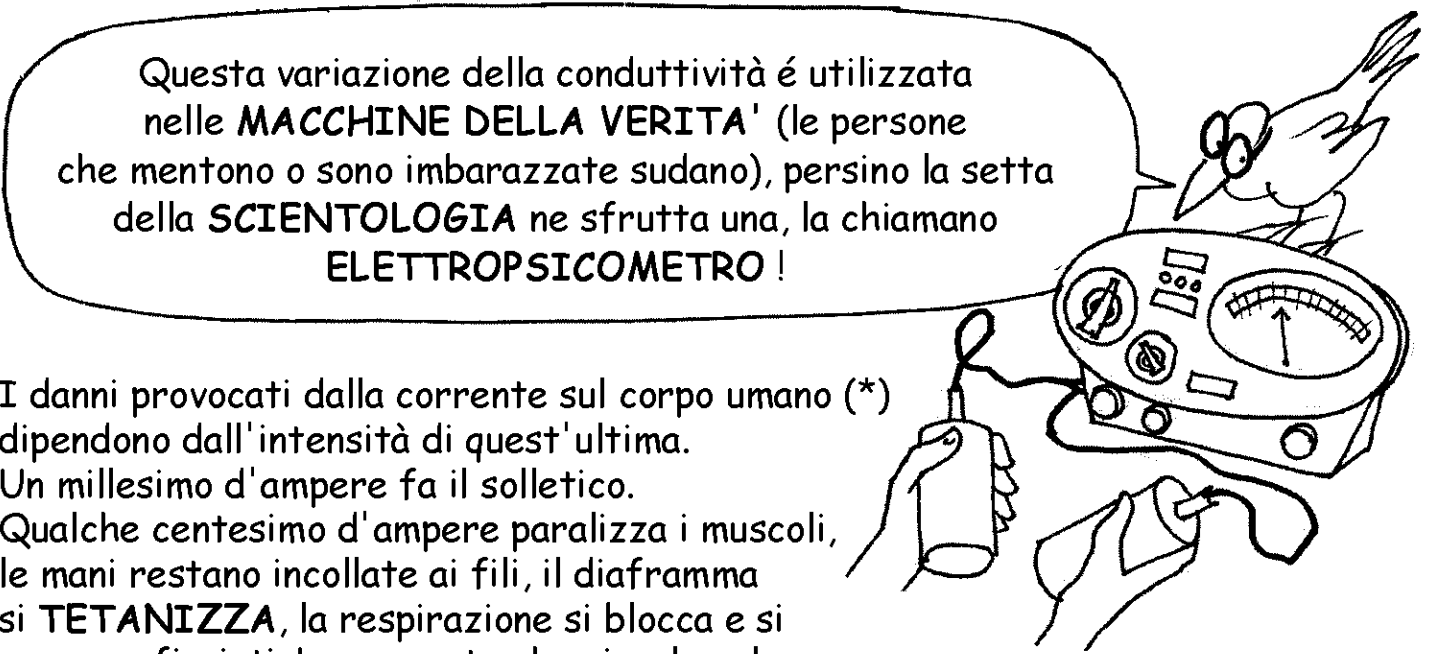
E sì. Ancor prima che Alessandro Volta  
inventasse la PILA, Luigi Galvani scopri'  
che i muscoli si contraevano al passaggio  
di una debole corrente.

?!?

E ciò che valeva per le rane valeva  
anche per gli uomini... e per le lumache.

Se tocchiamo una fonte di corrente  
con una tensione inferiore ai 50 volts,  
non corriamo alcun pericolo, a condizione  
di avere le mani ben asciutte.

Il corpo umano possiede  
numerosi tessuti che conducono bene  
l'elettricità: i nervi, i vasi sanguigni,  
i muscoli, i visceri. Ma al di sotto dei  
50 volts la pelle funge da isolante.

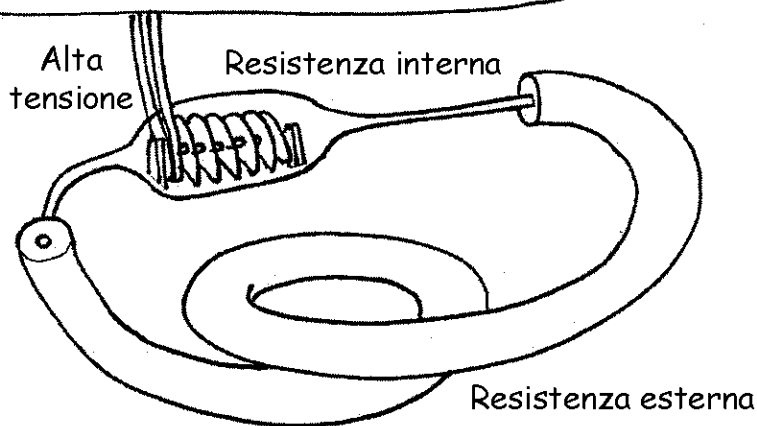


I danni provocati dalla corrente sul corpo umano (\*) dipendono dall'intensità di quest'ultima. Un millesimo d'ampere fa il solletico. Qualche centesimo d'ampere paralizza i muscoli, le mani restano incollate ai fili, il diaframma si **TETANIZZA**, la respirazione si blocca e si muore asfissati. La corrente che circola nel corpo danneggia i nervi, ustiona i muscoli. Un decimo d'ampere e il cuore si ferma o entra in fibrillazione.



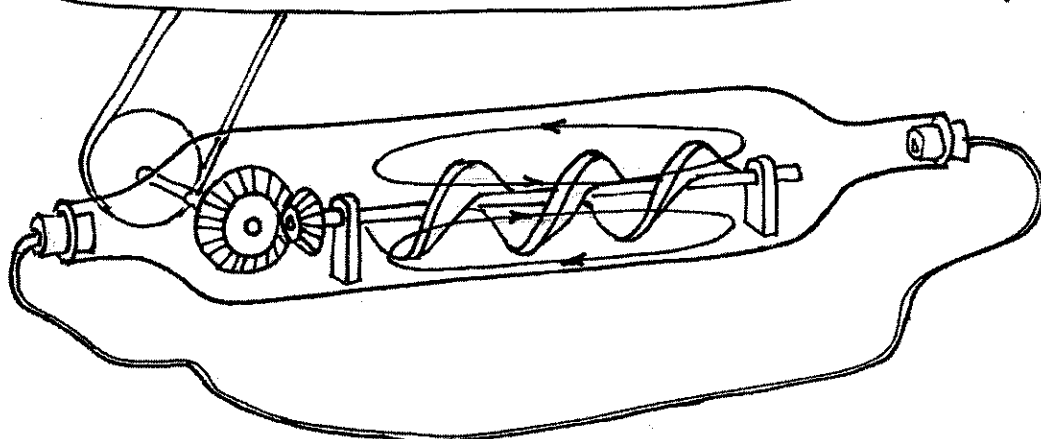
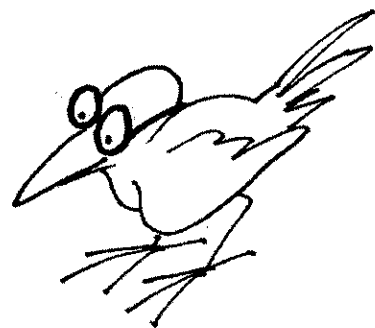
(\*) 200 persone muoiono ogni anno in Francia per elettrocuzione.  
 (\*\*) Una "bobina di Ruumkhorff"

Perché la sua **RESISTENZA INTERNA**, molto elevata, limita l'intensità della corrente a un millesimo d'ampere, anche se lo si collega ad un ottimo conduttore elettrico.

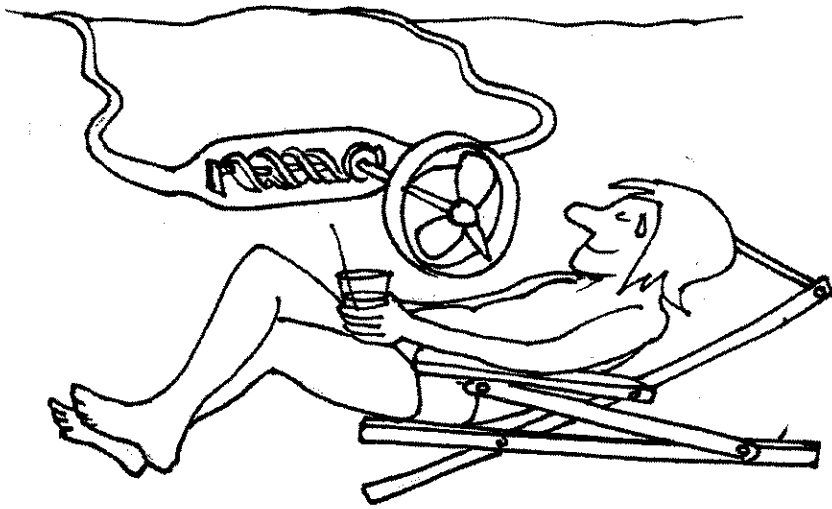


## PERDITE DI LINEA

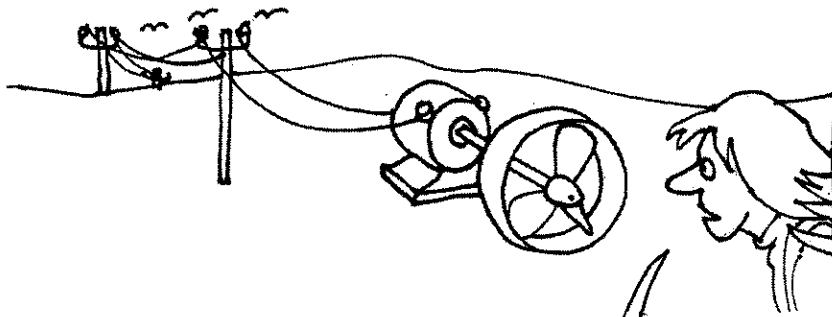
Lo schema della nostra pompa non é casuale. La vite d'Archimede non tocca la parete interna, e cio' provoca, anche girando ad una velocità costante, una riduzione del flusso dovuta all'attrito del tubo, che oppone una **RESISTENZA** al passaggio della **CORRENTE** di liquido. Se questa pompa é collegata ad un tubo molto fine, la portata tenderà a zero.



Il trasporto a distanza dell'elettricità permette molteplici utilizzi. Il riscaldamento, l'illuminazione (scaldando il filamento di una lampada ad incandescenza), la produzione di energia meccanica con l'impiego di **MOTORI ELETTRICI**.

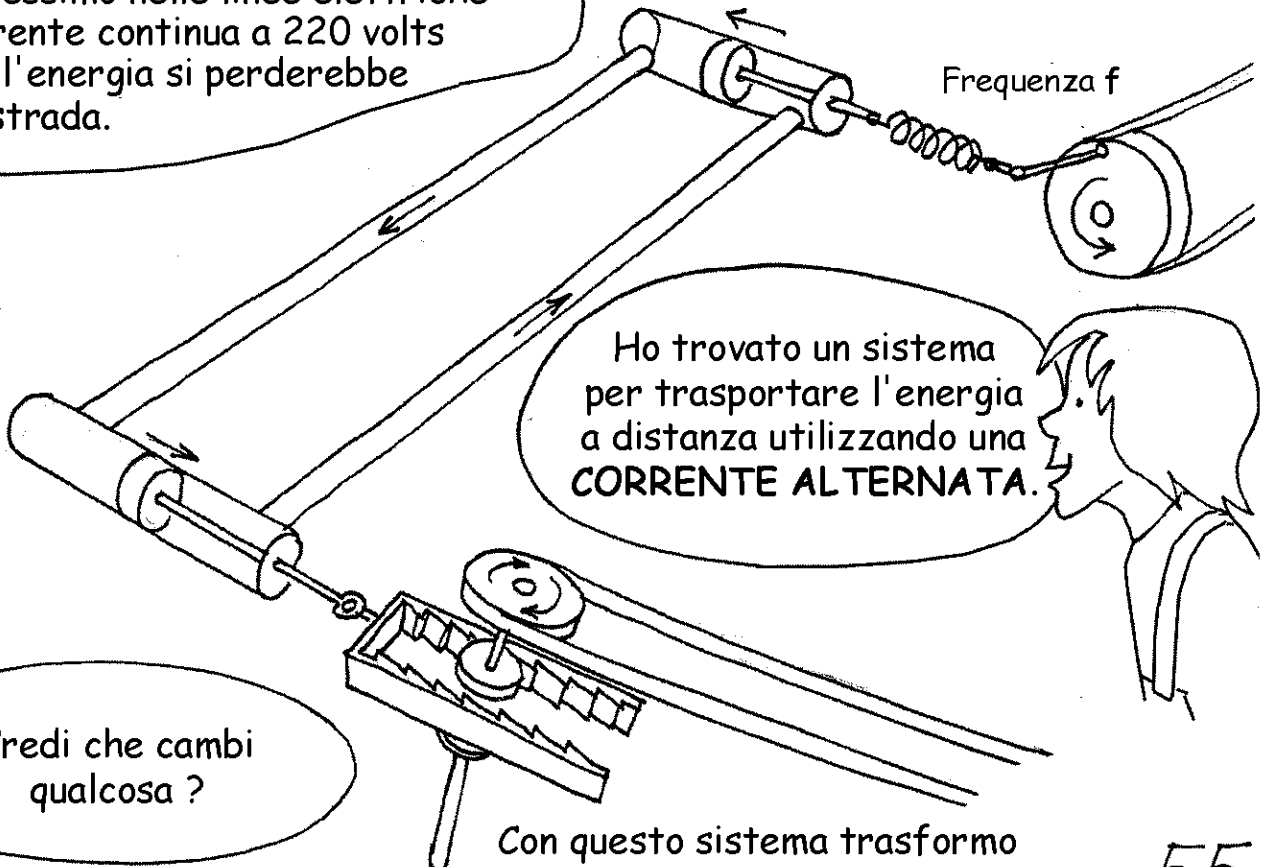


Se il tubo d'alimentazione è molto lungo, l'attrito provocherà un drastico rallentamento della circolazione del fluido. Tutta l'energia sarà dispersa e servirà solo a scaldare l'ambiente, si perderà lungo il percorso.



Il mio generatore di **CORRENTE CONTINUA** è ad un centinaio di chilometri. La resistenza del filo d'entrata è così grande che la corrente non passa quasi più.

Se immettessimo nelle linee elettriche una corrente continua a 220 volts tutta l'energia si perderebbe per strada.

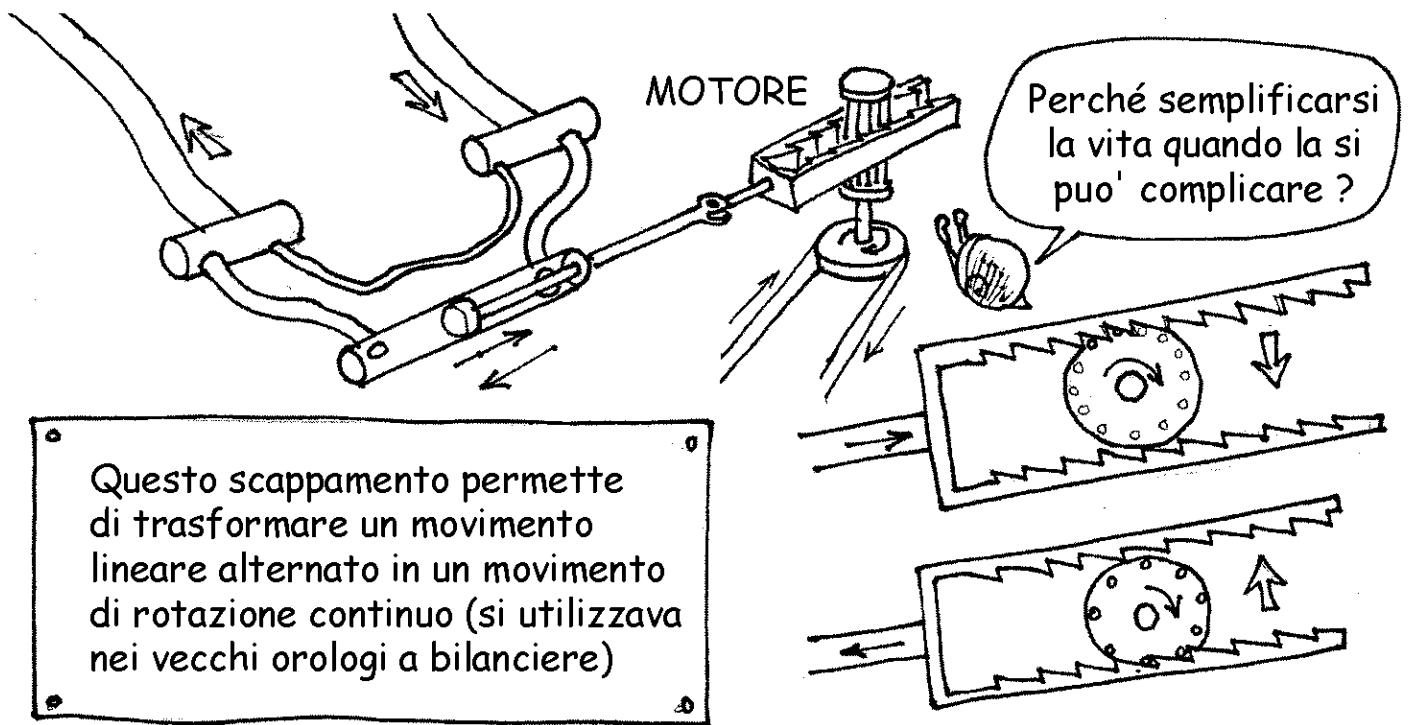


Ho trovato un sistema per trasportare l'energia a distanza utilizzando una **CORRENTE ALTERNATA**.

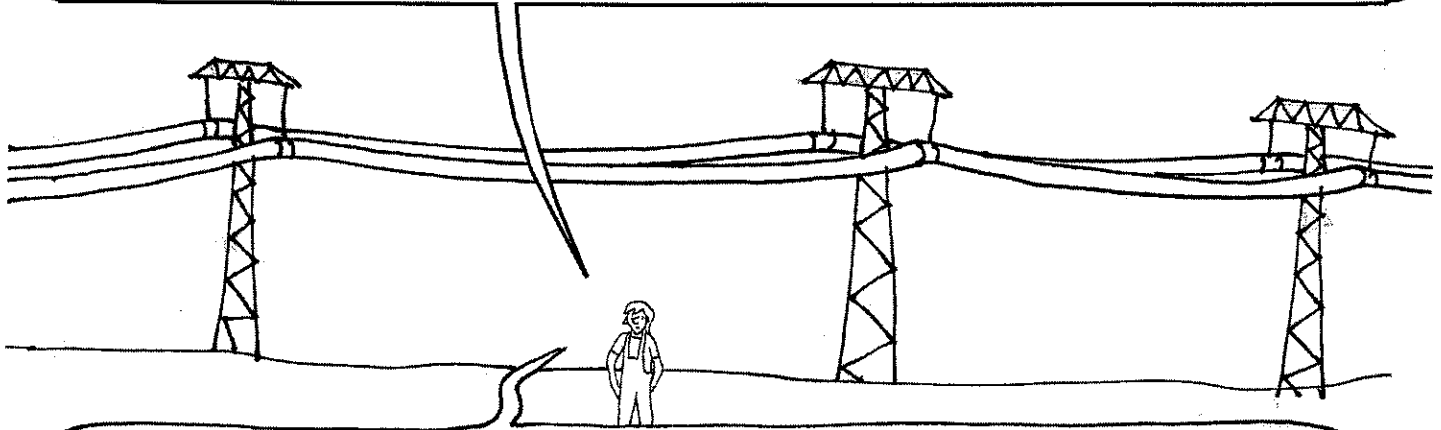
Credi che cambi qualcosa?

Con questo sistema trasformo un pompaggio **CONTINUO** in un **POMPAGGIO ALTERNATO**.





Credevo che la **CORRENTE ALTERNATA** facilitasse il **TRASPORTO DELL'ENERGIA A DISTANZA**. Ma mi sa che anche così tutto si perde per strada a causa dell'attrito e al meglio si scaldano le zampe agli uccellini

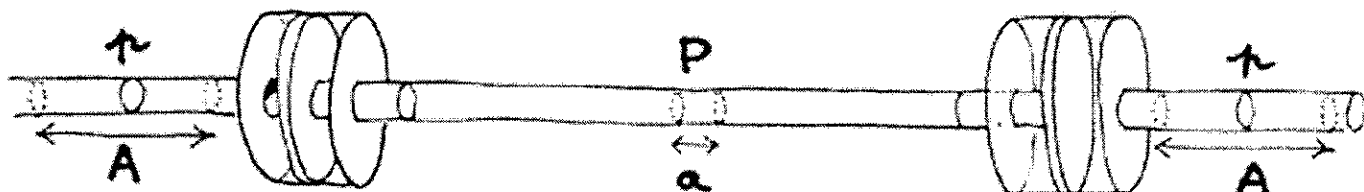


Ci vorrebbe un sistema per ridurre le perdite dovute all'attrito, quindi l'ampiezza di questo movimento oscillatorio del mio fluido, cioè, a pari frequenza, la portata, ovvero l'**INTENSITA'**. Ma allora, se riduciamo questa intensità-portata, che ne è della **POTENZA** ?

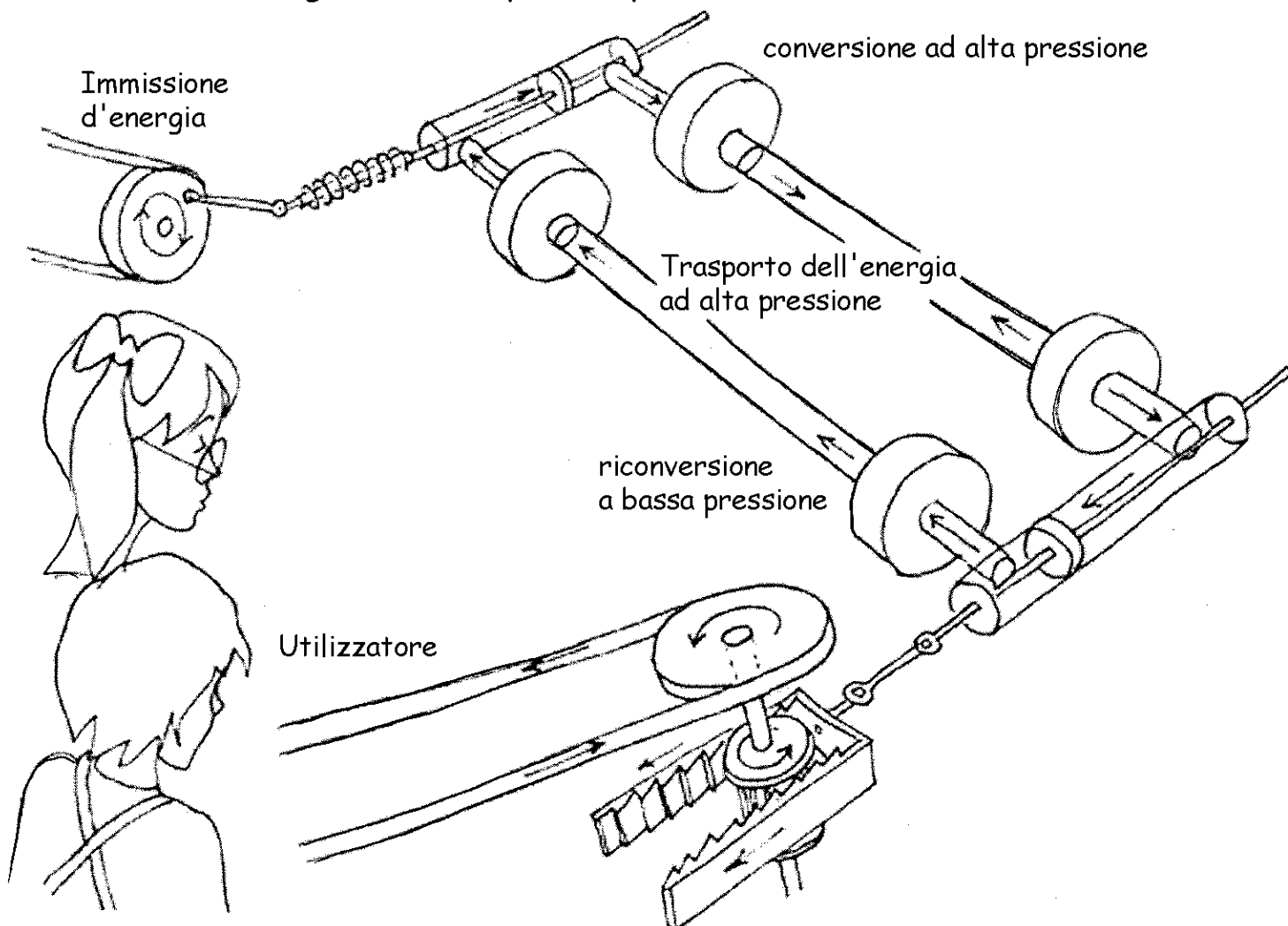


Dimentichi un particolare Anselmo. La pressione non è solamente una forza per unità di superficie, è anche **UNA DENSITA' D'ENERGIA PER UNITA' DI VOLUME**. Se diminuiamo la portata in volume **I**, aumentando la pressione potremmo conservare la quantità d'energia circolante.

La soluzione é il **PISTONE**, che trasforma uno spostamento di una grande ampiezza **A**, a debole pressione **p**, in un piccolo spostamento **a**, a forte pressione **P**.



Questa struttura non modifica la quantità d'energia  $p A = P a$  trasportata alla frequenza  $f$ . Ma siccome ad ogni singolo ciclo lo spostamento  $a$  del fluido é ridotto, lo sono egualmente le perdite per attrito.



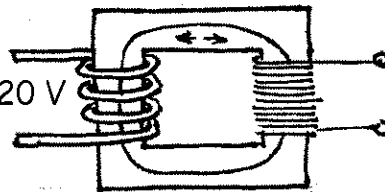
In campo elettrico, il trasporto di un fluido incompressibile sarà equivalente al trasporto di cariche elettriche. In un conduttore percorso da una **CORRENTE ALTERNATA**, le cariche elettriche compiono un movimento di va e vieni. Il termine **INTENSITA'** si sostituisce alla portata e la **TENSIONE** é l'analogo della pressione. Un **TRASFORMATORE** trasforma la corrente in modo tale che il prodotto  $V \times I$  sia conservato. Il principio di funzionamento é spiegato dall'**ELETTROMAGNETISMO** e non lo affronteremo in questa sede.

# LA CORRENTE ALTERNATA E i SUOI VANTAGGI



Nucleo di ferro dolce

Bassa tensione : 220 V  
Forte intensità

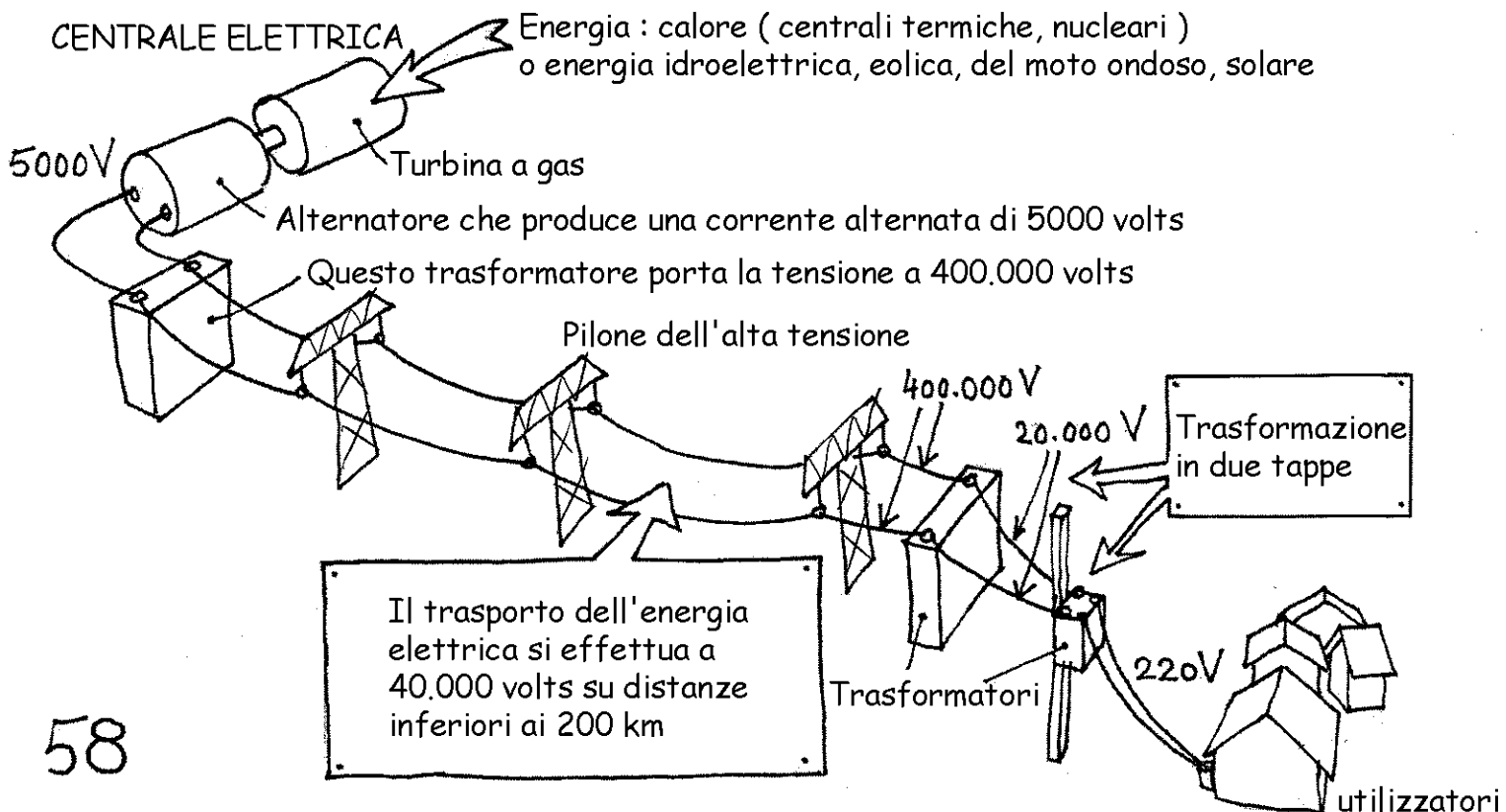


Alta tensione : 400.000 V  
Bassa intensità

I trasformatori  
funzionano solo con  
la corrente alternata

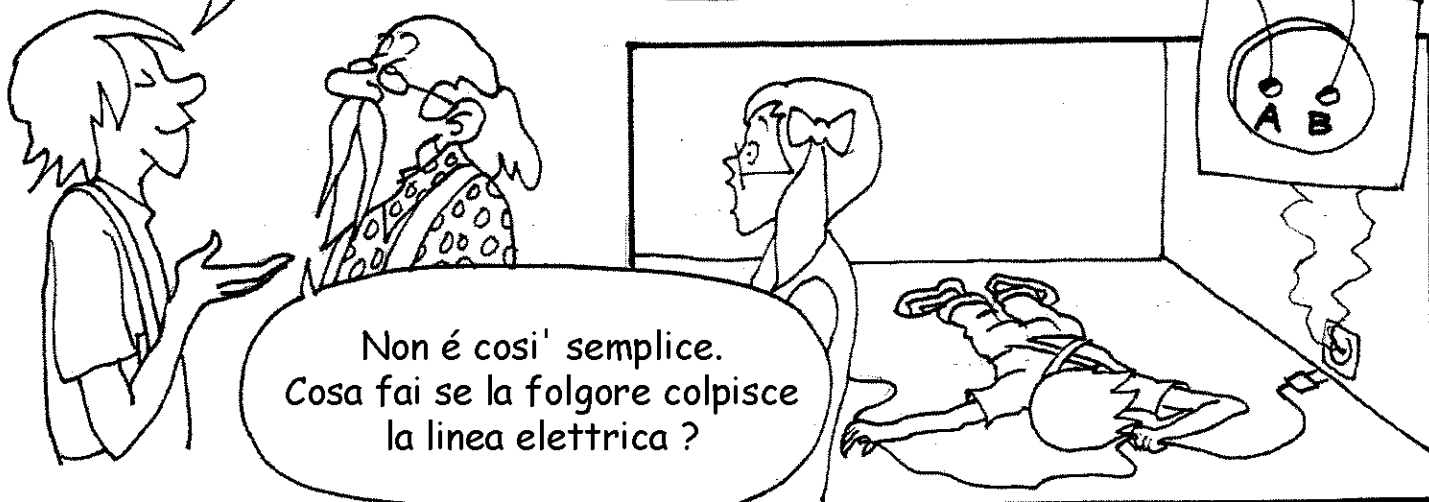
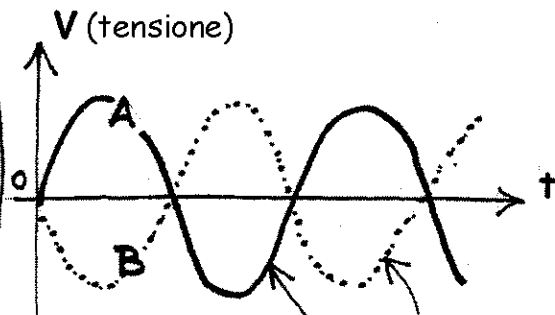
Ecco come é fatto un **TRASFORMATORE**.

Ci sono due circuiti collegati da un **CAMPO MAGNETICO ALTERNATO**, che circola in un **NUCLEO DI FERRO DOLCE**. Se la fonte (circuitto **PRIMARIO**) é a sinistra, e l'uscita (circuitto **SECONDARIO**) a destra, il sistema funziona come un **AUMENTATORE DI TENSIONE**, con  $V_1 I_1 = V_2 I_2$ . Se invece la fonte é a destra e l'uscita a sinistra, si **ABBASSA LA TENSIONE**. Cio' permette il trasporto dell'elettricitá sotto forma di una corrente alternata con una frequenza di 50 periodi/sec (\*) ad alta tensione (400.000 volts) e un'intensità di qualche centinaio di ampere per linea, su delle distanze che non superano i 200 km, essendoci lungo la rete delle **CENTRALI ELETTRICHE**.



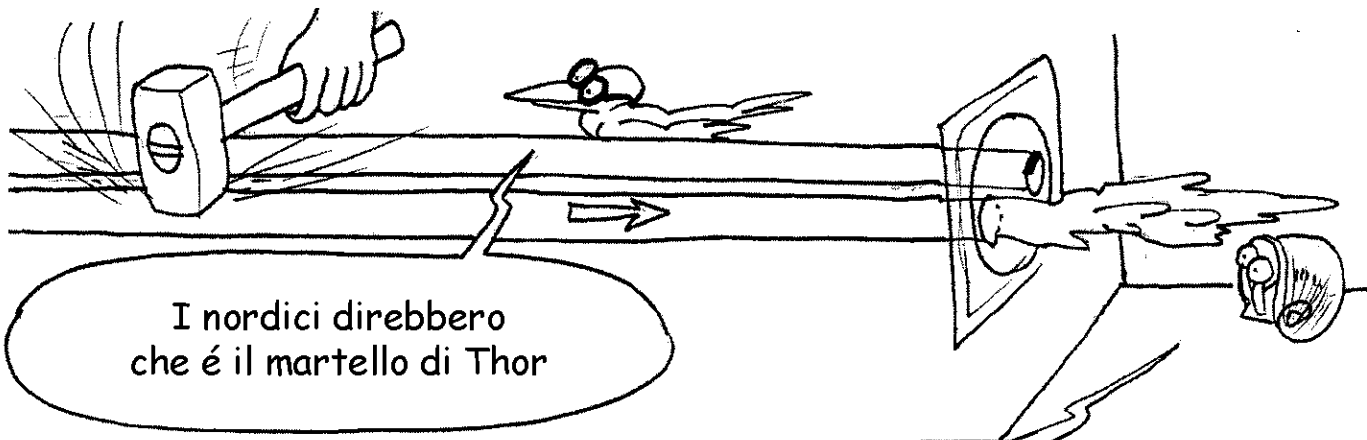
Le linee a 400.000 volts alimentano delle zone estese.  
 Le linee a 20.000 volts le cittadine e le periferie delle città, infine un'ultima serie di trasformatori (grandi come una lavatrice, fissati a dei pali di cemento) alimentano dei gruppi equivalenti ad una dozzina di case.

Sembra molto semplice.  
 Basta collegare due fili che lavorano in opposizione ad una presa di corrente.  
 Quando il primo ha una tensione positiva, il secondo ha una tensione opposta e così via, 50 volte al secondo.



Non é così semplice.  
 Cosa fai se la folgore colpisce la linea elettrica ?

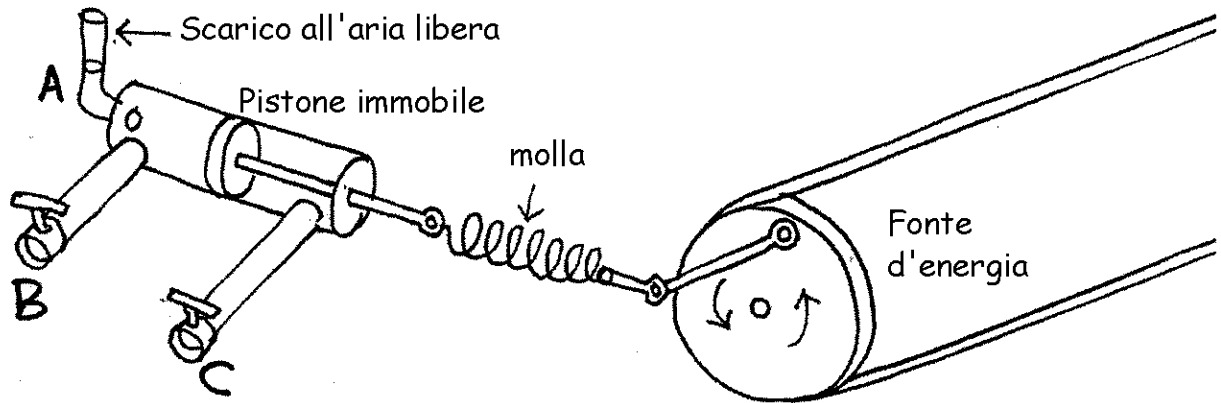
La **FOLGORE** é un fenomeno da non sottovalutare (\*).  
 Non é un'esperienza da laboratorio. Se torniamo all'analogia idraulica, é l'equivalente di una forte martellata su uno dei tubi in cui scorre il liquido : una vera e propria mazzata !



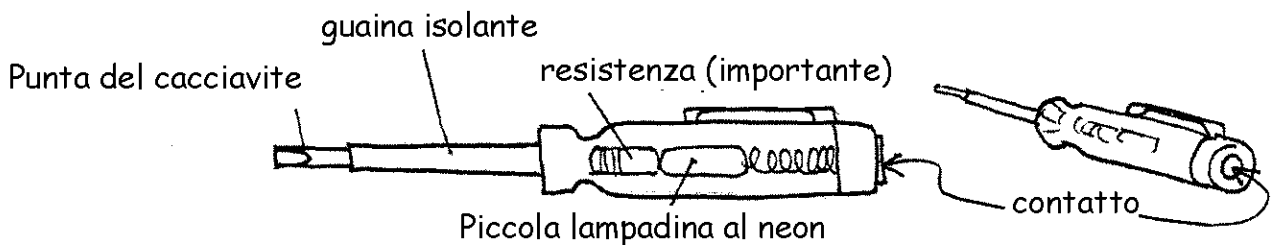
Il fluido elettrico é dunque **INCOMPRESSIBILE** ?

(\*) In Francia uccide 200 persone l'anno !

In campo elettrico cio' che chiamiamo **TERRA** é un'immensa capacit  nella quale si possono scaricare delle cariche elettriche o dalla quale se ne possono estrarre senza modificarne la **TENSIONE**, che assume arbitrariamente il valore zero. In idraulica l'equivalente sarebbe un immenso volume al quale non si puo' modificare la **PRESSIONE**. Prenderemo... l'atmosfera. Una messa a terra sar  allora l'equivalente di una **MESSA ALL'ARIA**.



Ecco la spiegazione di un mistero che pochi capiscono. La vostra presa   alimentata da una corrente alternata. Quando non   collegata a nessun elettrodomestico o radiatore potete fare un test con un **CACCIAVITE CERCAFASE**. Scoprirete allora che una sola delle due prese, la **FASE**, si trova sotto tensione, mentre l'altra, la **NEUTRA**, non lo  .



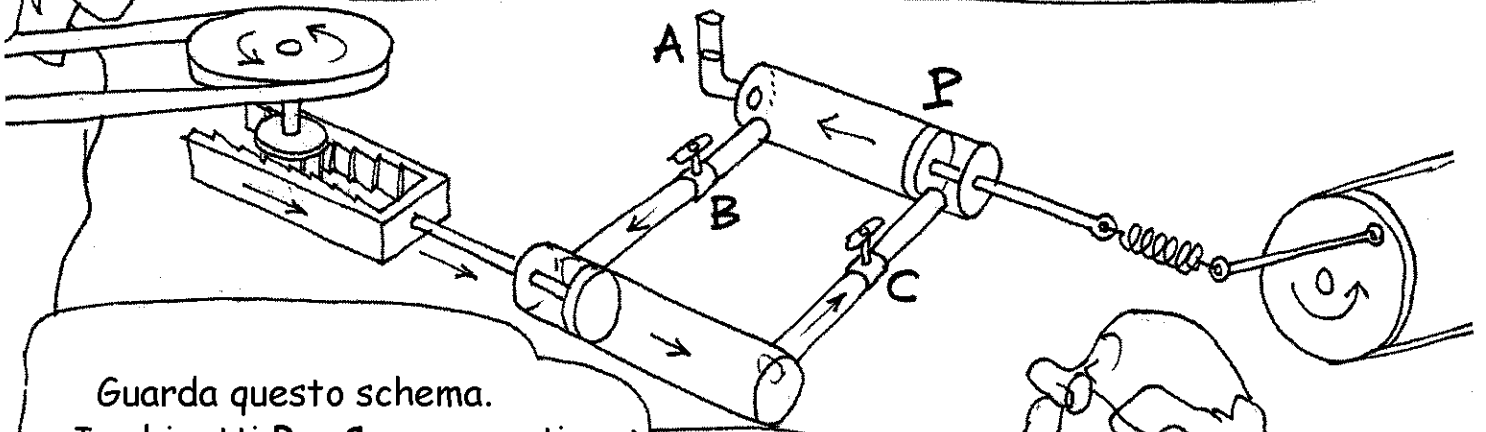
Se osservate lo schema qui sopra noterete che, se i rubinetti **B** e **C** sono chiusi, il pistone **P** non si puo' muovere. L'energia si immagazzina nella molla. La pressione in **C** varia e la pressione in **B** resta nulla!



Prima di arrivare alla presa, una delle due linee   messa a terra, per eliminare ogni sovratensione e il conseguente rischio di folgorazione. La vostra vita dipende da questa indispensabile misura.



Ma quando si attacca una spina alla presa allora la corrente se ne va a terra ?



Guarda questo schema.

I rubinetti B e C sono aperti.

Il pistone P si muove. Ma il liquido non esce in A perché scorre in un circuito chiuso ed è **INCOMPRESSIBILE**.

Se un volume di fluido uscisse in A da dove verrebbe? Questa volta le pressioni in B e C variano. Ma questo circuito è fatto in modo tale che le variazioni di pressione si esercitino attorno al valore della pressione atmosferica; sia essa alta o bassa. Paragonandolo ad un circuito elettrico, la messa a terra fa in modo che le variazioni di tensione si esercitino attorno ad un valore nullo.

Alternatore  
5000V

trasformatore elevatore di tensione

Non passa nessuna corrente in queste terre, e ciò impone alla tensione delle oscillazioni attorno ad un valore nullo, quello della terra.

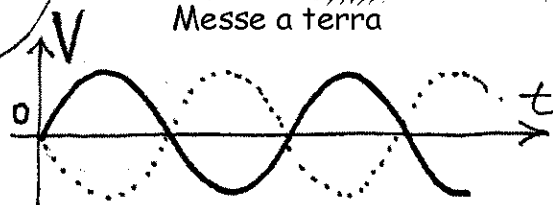
due serie di trasformatori che abbassano la tensione

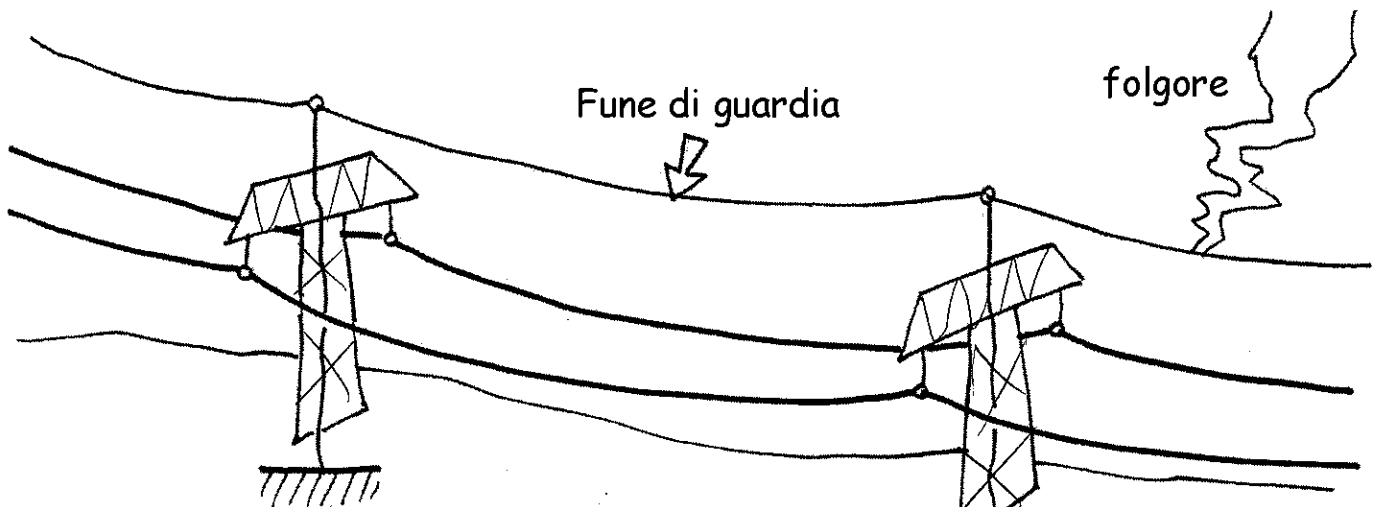
Messa a terra

Utenti

Messa a terra

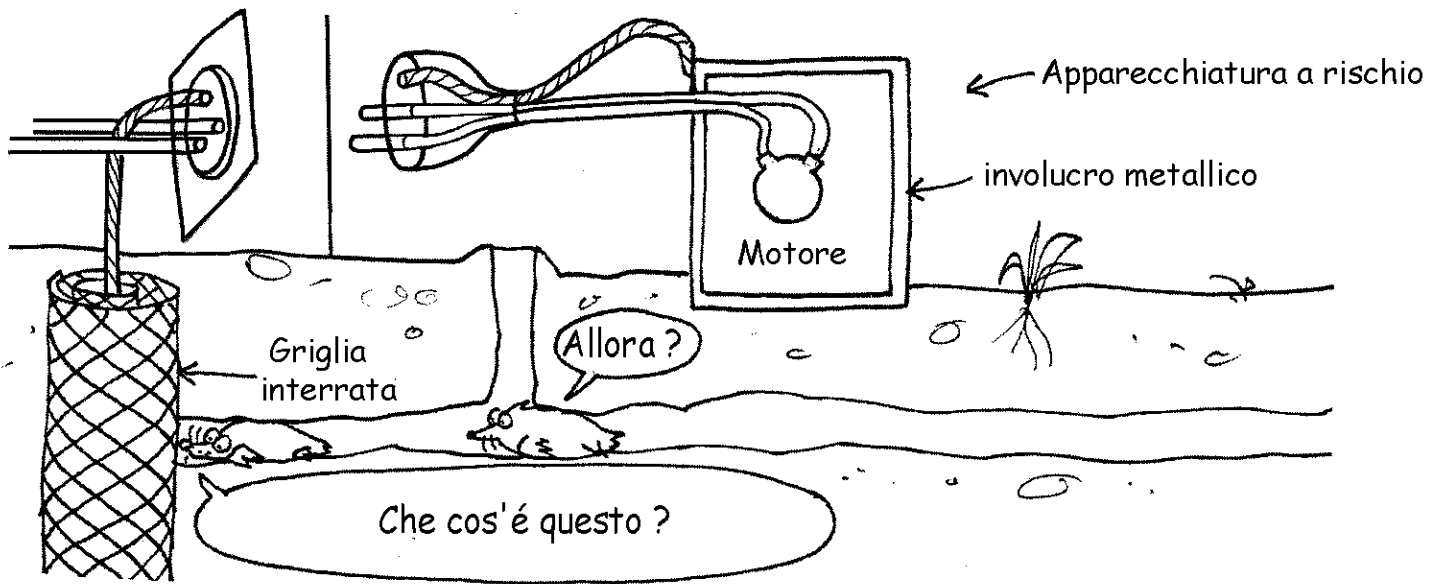
Per quanto riguarda le misure di protezione delle persone ci vogliono delle norme supplementari.



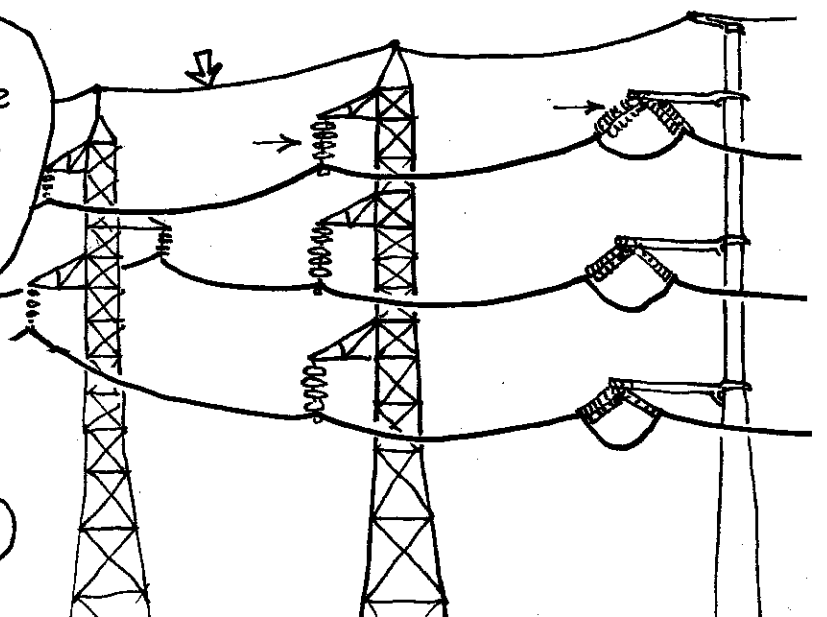


Si proteggono le linee ad alta tensione con dei cavi ben visibili, collegati a terra, che si comportano come un parafulmine.

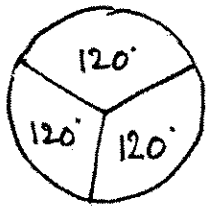
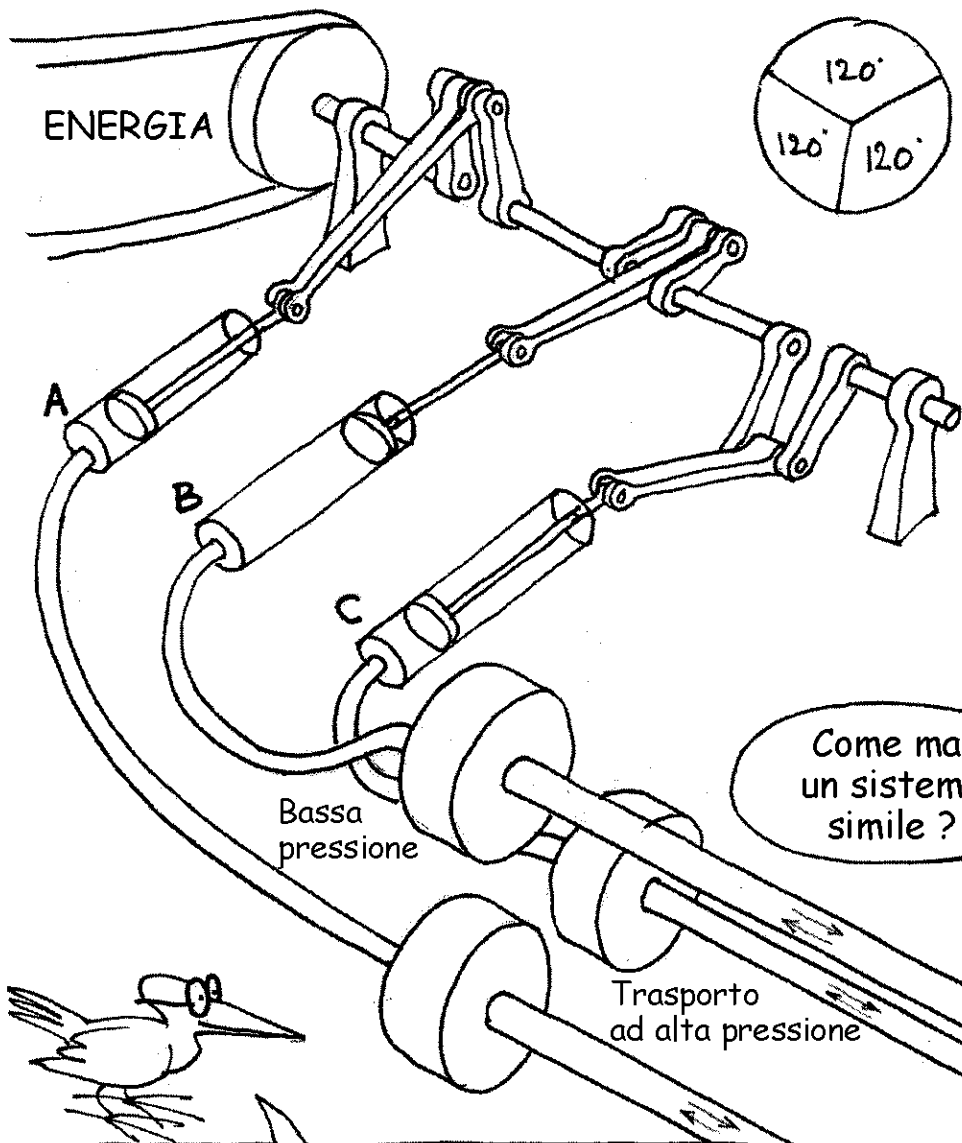
Le messe a terra sono così moltiplicate. Nelle abitazioni degli utenti esiste un'altra terra, quella della casa, che è collegata a tutte le apparecchiature "a rischio" (come per esempio la lavatrice).



Se osservate le linee dell'alta tensione noterete effettivamente un filo che funge da parafulmine, quello più alto. Ma i fili che trasportano la corrente sono in gruppi di tre.



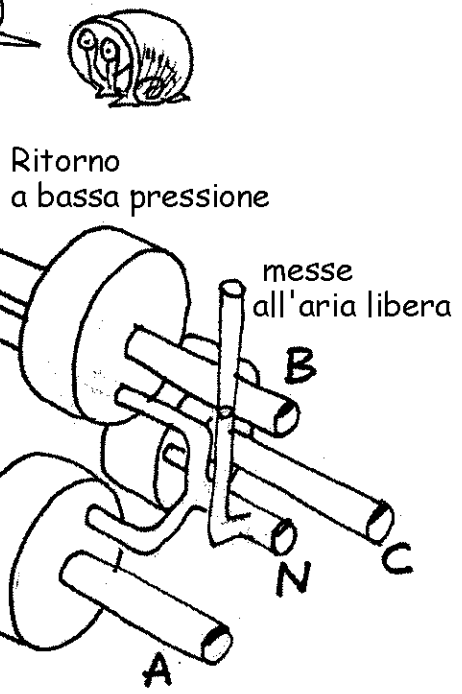
Ecco un'altra novità!



Infatti negli alternatori la corrente é prodotta in **TRIFASE**. La si puo' illustrare con questo albero a gomiti. I pistoni che alzano ed abbassano la pressione producono delle correnti alternate **SFASATE**. La somma di queste pressioni resta costante e ci da un **NEUTRO**, che é messo all'aria libera.



E' a causa dei **MOTORI ELETTRICI**. In trifase partono sempre bene e non si possono bloccare. In una fabbrica si collegano questi motori ai fili **A, B e C**. Se non siete alimentato in trifase, la compagnia elettrica vi collega ad uno dei tre fili e ad un neutro

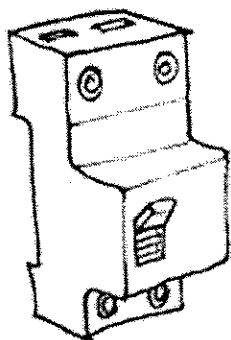


Ecco qui. Se avete seguito tutto quanto fate parte dei pochi privilegiati che sanno che cos' é il **TRIFASE**.

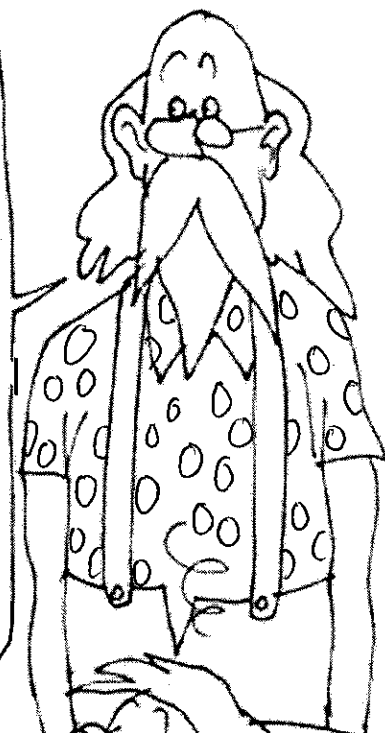




# EPILOGO



Per finire, parleremo dell'**INTERRUTTORE DIFFERENZIALE**. E' un dispositivo elettrotecnico che controlla e compara il valore assoluto delle correnti che passano nella fase e nel neutro quando c'è consumo elettrico. Se il dispositivo rileva una differenza di 10 o 20 milli-amperes, significa che c'è una perdita di corrente da qualche parte e per misura di sicurezza interrompe automaticamente il circuito.



*Ringrazio il mio vecchio amico Jacques Lagalland, senza il quale non avrei mai potuto finire questo libro.*

