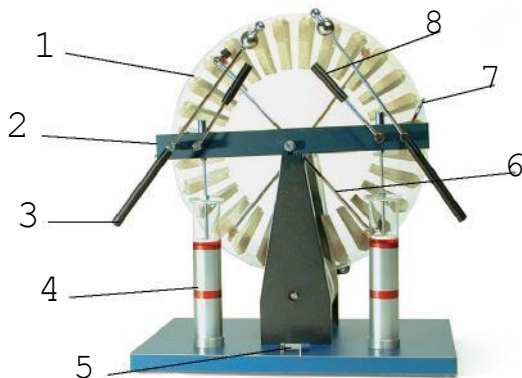


1002967 Influenzmaschine (Wimshurst Maschine)

Bedienungsanleitung

9/03 ALF



- 1 Acrylglasscheiben mit Stanniolplatten
- 2 Isolierleiste
- 3 Elektrodenstangen
- 4 Leidener Flaschen
- 5 Trennschalter
- 6 Querleiter mit Metallpinseln
- 7 Biegel mit Bürsten
- 8 Schalthebel zum Zuschalten der Leidener Flaschen

Die Influenzmaschine dient zur Erzeugung berührungsfähiger, hoher Gleichspannungen für zahlreiche Versuche vorwiegend in der Elektrostatik.

1. Sicherheitshinweise

- Vorsicht! Empfindliche elektronische Geräte, z.B. Computer, Taschenrechner, digitale Messgeräte etc. können durch hochfrequente Störspitzen, verursacht von Spannungsüberschlägen, beschädigt werden.
- Zur Reinigung der Kunststoffteile der Influenzmaschine nur Waschbenzin niemals Lösungsmittel verwenden.
- Influenzmaschine an einem trockenen, staubgeschützten Platz aufbewahren. Keiner direkten Wärmestrahlung (Sonne, Heizung) aussetzen.

2. Beschreibung, technische Daten

Die Influenzmaschine besteht aus zwei gleich großen Acrylglasscheiben 1, die mit geringem Abstand parallel liegend auf einer horizontalen Achse gelagert sind. Die Achse befindet sich auf zwei Holzstreben, die wiederum auf einer Grundplatte montiert sind. Der Antrieb der Scheiben erfolgt unabhängig voneinander mittels Antriebsriemen über Riemenscheiben, verbunden mit der Antriebswelle, und einer Handkurbel. Ein Riemen läuft gekreuzt, so dass sich die Scheiben gegenläufig drehen. Die Außenflächen der Scheiben sind ringsherum mit Stanniolstreifen belegt. Drehbar an der Achse befestigt befindet sich vor jeder Scheibe ein Querleiter 6 mit 2 Metallpinseln, die über die Stanniolbeläge schleifen. Zur Stromabnahme dienen je zwei an Biegeln befestigte Bürsten 7 an den Enden der Isolierringstruktur 2, die an der

Achse verschraubt ist. Der Abstand der Bürsten zur Scheibe ist verstellbar und sollte einige Millimeter betragen. Sie sind mit den Elektrodenstangen 3 verbunden, deren Enden als Doppelkugel ausgebildet ist, und zwischen denen die Funkenentladung stattfindet. Zwei Leidener Flaschen 4 können mittels der Schalthebel 8 zu-geschaltet werden. Der Trennschalter 5 verbindet die Leidener Flaschen.

Scheibendurchmesser:	310 mm
Funkenlänge:	max. 120 mm
Abmessungen:	360 mm x 290 mm x 450 mm
Kurzschlussstrom:	ca. 30 μ A
Masse:	3,4 kg

3. Funktionsprinzip

Während des Betriebs wird eine anfangs kleine Aufladung durch Influenzvorgänge stetig verstärkt bis die maximale Betriebsspannung erreicht ist. Die Betriebsspannung ist durch Funkenüberschläge, Stromentnahme und Isolationsfehler begrenzt.

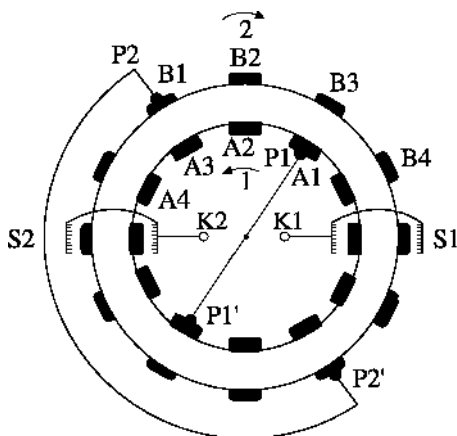
Zur Vereinfachung der Erklärung der Wirkungsweise der Influenzmaschine stellen wir uns statt der Scheiben zwei Hohlzylinder vor (siehe Abbildung), die sich gegenläufig um eine gemeinsame Achse drehen. Wenn der Belag B1 durch Reibung mit dem Pinsel P2 elektrisch positiv geworden ist, so kommt er nacheinander in die Stellungen B2 und B3. In der Position B3 steht er gegenüber dem Belag A1, der über den Pinsel P1 geerdet ist, und so eine negative Influenzladung erhält. Diese negative Ladung behält A1 bei, wenn er sich durch die Drehung weiter bewegt und zu den Positionen A2 und A3 kommt. In der Stellung A3 influenziert er in dem gegenüberliegenden

Stanniolbelag B1 eine positive Ladung. Dieser Vorgang wiederholt sich ständig, was allmählich zu einer Vergrößerung der Ladungen auf den Stanniolplatten führt. Bei weiterer Drehung kommen alle positiv geladenen Beläge B zur Bürste S1 und die negativ geladenen Beläge A zur Bürste S2 und geben dort ihre Ladungen an die Elektrodenstangen mit den Konduktorkugeln K1 bzw. K2 ab. Im weiteren Verlauf der Drehung spielen sich die gleichen Vorgänge ab mit dem Unterschied, dass jetzt die an P1' vorbeilaufenden Stanniolplatten A positiv und die an P2' vorbeilaufenden Beläge B negativ aufgeladen werden. Die so erzeugten Spannungen steigen mit dem Scheibendurchmesser.

Tatsächlich erfolgen die hier nacheinander beschriebenen Vorgänge gleichzeitig.

Auf den Stanniolplatten der Scheibe 1 werden unter den Pinseln durch Einfluss der Ladungen auf den Stanniolplatten der Scheibe 2 positive bzw. negative Ladungen induziert. Diese wiederum induzieren Ladungen auf den Stanniolplatten der Scheibe 2, wenn sie die gegenüberliegenden Pinsel passieren. Die Ladungen werden dann von den Bürsten aufgesaugt und an die Elektrodenstangen zur Entladung über die Konduktorkugeln [bzw. an](#) die Leidener Flaschen weitergeleitet.

Die Funkenlänge ist vom Scheibendurchmesser abhängig.



4. Bedienung

- Die Influenzmaschine wird in zusammengebautem Zustand geliefert, lediglich die Handkurbel muss aufgesteckt werden.
- Die Querleiter müssen bei Kurbelrichtung im Uhrzeigersinn von links oben nach rechts unten über Kreuz in einem 45° Winkel zur Isolierleiste stehen.
- Trennschalter muss geschlossen sein.
- Durch Zuschalten der Leidener Flaschen wird die Funkenintensität erhöht, ohne jedoch die Funkenstrecke zu verlängern.

- Die Bestimmung der Polung der Influenzmaschine kann mit einem Elektroskop vorgenommen werden. Es wird mit einer Elektrode aufgeladen und mit einem geriebenen Kunststoffstab berührt. Wenn es sich entlädt, ist die benutzte Elektrode positiv, bei weiterer Aufladung negativ, da der Kunststoffstab durch Reibung mit Wolle eine negative Ladung erhält. Die Polung verändert sich während des Betriebs der Influenzmaschine nicht. Nach längeren Pausen ist dies jedoch möglich.
- Alternativ kann die Bestimmung der Polarität mit einer Glimmlampe erfolgen. Dabei entsteht das Glimmlicht immer an der negativen Elektrode.

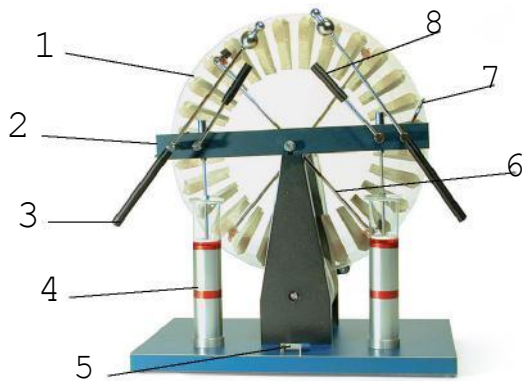
5. Anmerkungen

- Die Influenzmaschine funktioniert nicht in beiden Drehrichtungen bei der gleichen Stellung der Querleiter. Bei Kurbelrichtung im Uhrzeigersinn müssen die Querleiter von oben links nach unten rechts stehen, egal von welcher Seite man auf die Influenzmaschine sieht.
- Über die Stellung der Querleiter lassen sich die Ausgangsspannung und der Ausgangsstrom der Maschine einstellen. Zur Erzielung hoher Ausgangsspannungen und damit langer Funkenstrecken sind die Querleiter steil einzustellen. Bei flacher Lage erhöht sich der Ausgangsstrom.
- Bei der Funkenentladung sollte die negative Entladungselektrode größer sein als die positive. Deshalb ist das Ende der Elektrodenstangen als Doppelkugel ausgebildet. Die Kugeln sollten so positioniert sein, dass die Entladung von der kleineren auf die größere Kugel erfolgt.
- Bei abgenutzten Pinseln muss ein wenig von deren Enden abgeschnitten werden, um eine saubere Metallfläche zu erhalten. Nur die Pinsel dürfen die Scheiben berühren, während die Bürsten nah an die Scheibe herankommen sollten, ohne direkten Kontakt zu haben.
- Die Leidener Flaschen können beschädigt sein und geben dann nur kleine Funken. Sie sollten in diesem Fall einzeln auf ihre Ladefähigkeit untersucht werden.
- Um die Leidener Flaschen vollständig zu entladen, müssen entweder die Querleiter mehrere Sekunden lang leitend verbunden werden oder die äußeren Beläge der Flaschen mit dem oberen Stangenteil.
- Falls durch Isolationsmängel zu geringe Leistung auftritt, sollte die Influenzmaschine entstaubt und mehrere Minuten mittels eines Haarföns mit heißer Luft angeblasen werden.
- Während des Betriebs der Influenzmaschine entsteht durch chemische Umwandlung des Sauerstoffs der Luft in Ozon ein charakteristischer Geruch.

1002967 / U15310 Wimshurst Machine

Instruction Sheet

9/03 ALF



- 1 Transparent acrylic discs with tin-foil segments
- 2 Insulating bar
- 3 Electrode rods
- 4 Leyden jars
- 5 Isolating switch
- 6 Diagonal rod with metal brushes
- 7 Rod with combs
- 8 Switch levers to connect the Leyden jars and the combs

The Wimshurst machine serves as a source of safe, high DC potentials for numerous experiments in the area of electrostatics.

1. Safety instructions

- Caution! Sensitive electronic equipment (computers, calculators, digital measuring instruments etc) can be damaged by high-frequency interference peaks, caused by voltage flashovers.
- Use only naphtha to clean the plastic parts. Never use solvents for cleaning.
- Store your Wimshurst machine in a dry, dust free place. Do not expose it to direct heat sources (sunlight, radiator).

2. Description, technical data

The Wimshurst machine is made up of two equally large, parallel transparent acrylic discs 1 which are fitted on a horizontal axle and slightly spaced from each other. The axle rests on two wooden pillars mounted on a base plate.

The Wimshurst machine is operated by hand crank with both discs separately connected to the drive shaft by means of two belts and two belt pulleys. One belt is twisted, so that the discs rotate in opposite directions when the hand crank is turned.

Tin-foil segments are placed around the circumference of the outer surfaces of the discs. In front of each disc a diagonal rod 6 with two metal brushes is pivoted on the axle with brushes sliding over the tin-foil segments. Connected to the axle is a horizontal insulating bar 2 in front of the Wimshurst machine with a rod holding combs

7 on either end to draw off the electric charge. The distance from the discs is adjustable and should be a few millimeters. They are connected to the electrode bars 3. The electrode bars end in double spheres, between which the arc-over occurs. The Leyden jars 4 (high-voltage capacitors) can be hooked up to the electrode bars by means of switch levers 8. The isolating switch 5 can be thrown to connect the Leyden jars.

Diameter:	310 mm
Spark gap:	max. 120 mm
Dimensions:	360 mm x 290 mm x 450 mm
Short circuit current:	approx. 30 μ A
Weight:	3.4 kg

3. Operating principle

During operation an initial small charge is steadily increased by induction processes until the max. operating voltage is obtained. The operating voltage is limited by arc-over, drawing of current and insulation resistance. In order to make it easier to understand of the functioning principle of the Wimshurst machine, we imagine the discs to be hollow cylinders which rotate around a common axle in opposite directions (cf. illustration).

When the tin-foil segment B1 has been charged positively by friction with the brush P2, it will move successively to positions B2 and B3. In position B3 it will be opposite segment A1 which is connected to earth via brush P1 and charged negatively. A1 will retain its negative charge when it moves to positions A2 and A3.

In position A3 it will charge segment B1 positively by means of electric induction.

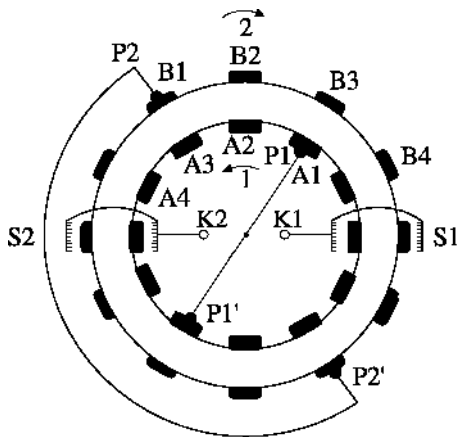
This process repeats itself constantly which leads to a

steady increase of the electrical charge on the tin-foil segments.

With further rotation all positively charged segments B arrive at comb S1 and all negatively charged segments A at comb S2 where all electric charge will be yielded to the electrode rods with their conductor spheres K1 and K2. The same processes happen in the lower part of the illustration with the difference that the tin-foil segments A which pass brush P1' are now charged positively and the segments B passing P2' negatively. The yielded voltage is dependent on the diameter of the discs.

As a matter of fact the processes described here as a sequence happen simultaneously.

On the tin-foil segments on disc 1 negative resp. positive charges are induced below the brushes under the influence of the charges on disc 2. Those in turn induce electric charges on disc 2 when they pass the corresponding brushes. The combs will remove all charges and yield them to the electrode rods for arc-over between the conductor spheres or to the Leyden jars. The arc-over is dependent on the diameter of the discs.



4. Operation

- The Wimshurst machine is supplied ready for use; only the hand crank has to be attached.
- The position of the diagonal rods must be from upper left to lower right at an angle of 45° to the insulating bar when the hand crank is turned clockwise.
- The isolating switch has to be closed.
- The discharged energy will increase if the Leyden jars are connected while the length of the arc-over re-mains the same.

- To determine the polarity of the Wimshurst machine an electroscope is charged at one of the electrode rods. If it discharges when touched by a rubbed plastic rod, the polarity was positive, if the charge is increased the polarity is negative, since a plastic rod rubbed with wool acquires a negative charge. During operation the polarity never changes. This can happen only if the Wimshurst machine has not been used for a considerable period of time.
- Alternatively the polarity can be determined with a neon glow lamp. It will always glow at the negative electrode.

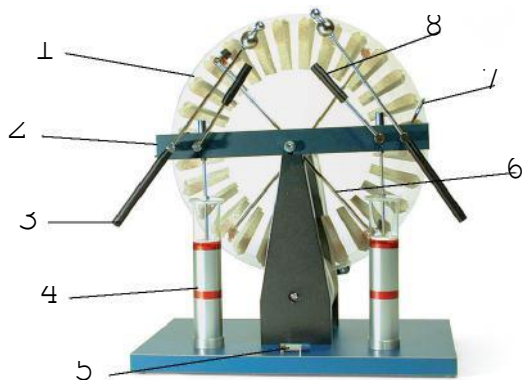
5. Notes

- The Wimshurst machine does not work in both directions of rotation with the same position of the electrode rods. When turning the hand crank clockwise, the position of the diagonal rods has to be from upper left to lower regardless of the side from which you look at the machine.
- By changing the position of the diagonal rods the voltage and the current can be adjusted. To yield a high voltage and a long spark length the angle of the rods has to be very steep. With more flattened positioning the current increases.
- When demonstrating the arc-over the negative discharge electrode should be bigger than the positive. Therefore the electrode rods end in a double sphere. Position the spheres in such a way that the discharge occurs from the smaller to the bigger sphere.
- In case of worn brushes cut off a short piece so that they have a clean metal surface. The brushes should have contact with the discs while the combs should be close to them without touching the tin-foil segments.
- The Leyden jars can be damaged. Then only a small arc-over can be achieved. In this case check the capacitance of each jar separately.
- To discharge the Leyden jars completely either connect the two electrode rods for several seconds or the conductive outer coats of the jars with the upper bar.
- In case of failure due to faulty insulation remove any dust from the Wimshurst machine and blow hot air against it for several minutes.
- During operation a characteristic smell will be evident caused by a chemical transformation of the oxygen of the air into ozone.

1002967 Machine à influence (machine de Wimshurst)

Instructions d'utilisation

9/03 ALF



- 1 Disques en verre acrylique avec plaques en feuilles d'étain
- 2 Barre d'isolement
- 3 Tiges d'électrodes
- 4 Bouteille de Leyde
- 5 Sectionneur
- 6 Conducteurs transversaux à pinceaux métalliques
- 7 Etrier avec balais
- 8 Levier de commutation pour la mise en circuit des bouteilles de Leyde

La machine à influence permet de générer des tensions continues élevées inoffensives pour de nombreuses expériences essentiellement dans le domaine de l'électrostatique.

1. Consignes de sécurité

- Prudence ! Des appareils électroniques sensibles, tels par ex. les ordinateurs, les calculatrices de poche, les appareils de mesure numériques, etc., peuvent être endommagés par des crêtes de parasites à haute fréquence occasionnées par des décharges de tension.
- Pour nettoyer les pièces en plastique de la machine à influence, n'utiliser que de la ligroïne et jamais des solvants.
- Conserver la machine à influence à un endroit sec et protégé contre la poussière. Ne pas exposer le dispositif au rayonnement solaire direct (soleil, chauffage).

2. Description, caractéristiques techniques

La machine à influence est constituée de deux disques en verre acrylique 1 de même taille qui sont disposés parallèlement, proches l'un de l'autre, sur un axe horizontal. L'axe se situe sur deux traverses en bois montées sur une plaque de base. Les disques sont entraînés indépendamment l'un de l'autre par des courroies de transmission via des poulies, reliées à l'arbre moteur, et une manivelle. Une courroie est croisée, de sorte que le mouvement des disques s'oppose. Les surfaces extérieures des disques sont recouvertes de rubans en feuille d'étain. Devant chaque disque se trouve un conducteur transversal 6 orientable à 2 pinceaux métalliques qui frottent contre les revêtements en feuille d'étain.

Le prélèvement de courant est assuré par deux balais 7 fixés aux étriers et disposés aux extrémités de la barre d'isolement 2 qui est vissée à l'axe. L'écart entre les balais et le disque est variable et doit présenter quelques milli-mètres. Ils sont reliés aux tiges d'électrode 3 dont les extrémités ont la forme d'une double bille et entre lesquelles a lieu la décharge à étincelles. Deux bouteilles de Leyde 4 peuvent être mises en circuit par le biais du levier de commutation 8. Le sectionneur 5 relie les bouteilles de Leyde.

Diamètre de disque :	310 mm
Longueur d'étincelle :	max. 120 mm
Dimensions :	360 mm x 290 mm x 450 mm
Courant de court-circuit :	env. 30 μ A
Masse :	3,4 kg

3. Principe du fonctionnement

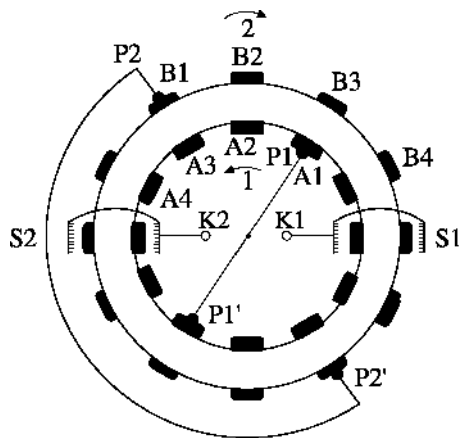
Pendant l'exploitation, une charge d'abord faible est amplifiée progressivement par les processus d'influence, jusqu'à ce que la tension de service maximale soit atteinte. La tension de service est limitée par les décharges d'étincelles, le prélèvement du courant et les erreurs d'isolement.

Pour simplifier la description du fonctionnement de la machine à influence, imaginons à la place des disques deux cylindres creux (voir l'illustration) qui tournent dans le sens opposé autour d'un axe commun. Lorsque le revêtement B1 devient positif par le frottement du pinceau P2, il prend successivement les positions B2 et B3. En position B3, il se trouve en face du revêtement A1, qui est mis à la terre par le pinceau P1, et reçoit ainsi une charge d'influence négative. A1 conserve cette charge

négative s'il continue à bouger sous l'effet de rotation et qu'il prend les positions A2 et A3. En position A3, il influence une charge positive dans le revêtement en feuille d'étain B1 situé en face. Cette opération est répétée en permanence, ce qui entraîne au fur et à mesure une augmentation des charges sur les plaques de feuille d'étain. Si la rotation est poursuivie, tous les revêtements positifs B rejoignent le balai S1 et les revêtements négatifs A le balai S2, puis transmettent leurs charges aux tiges des électrodes par les billes conductrices K1 et K2. Lorsque la rotation continue, les processus sont les mêmes, à la différence près que les plaques en feuille d'étain A passant devant P1' reçoivent une charge positive et les revêtements B passant devant P2' une charge négative. Les tensions ainsi générées augmentent avec le diamètre des disques. Les processus décrits ici successivement ont lieu en réalité simultanément.

Sur les plaques en feuille d'étain du disque 1, des charges positives / négatives sont influencées sous les pinces par l'influence des charges sur les plaques du disque 2. Ces charges influencent à leur tour les charges sur les plaques du disque 2 lorsqu'elles passent devant les pinces situés en face. Les charges sont alors aspirées par les balais et transmises aux tiges des électrodes pour être déchargées par les billes conductrices ou les bouteilles de Leyde.

La longueur d'étincelle dépend du diamètre des disques.



4. Manipulation

- La machine à influence est livrée assemblée, seule la manivelle doit être enfichée.
- Lorsque la manivelle tourne dans le sens des aiguilles d'une montre, les conducteurs transversaux doivent être placés en croix, de en haut à gauche vers en bas à droite, dans un angle de 45° par rapport à la barre d'isolement
- Le sectionneur doit être fermé.
- L'intensité des étincelles est augmentée par la mise en circuit des bouteilles de Leyde, sans toutefois al-

longer le parcours de l'étincelle.

- La polarité de la machine à influence peut être déterminée avec un électroscope. Il est chargé avec une électrode et touché par une baguette en plastique qu'on aura frottée au préalable. S'il se charge, c'est que l'électrode utilisée est positive, négative si la charge est poursuivie, car, frottée avec de la laine, la baguette en plastique reçoit une charge positive. La polarité n'est pas modifiée pendant l'exploitation de la machine à influence. Mais c'est toutefois possible après une pause prolongée.
- Comme variante, on peut déterminer la polarité avec une lampe à effluves La lumière apparaît alors toujours à l'électrode négative.

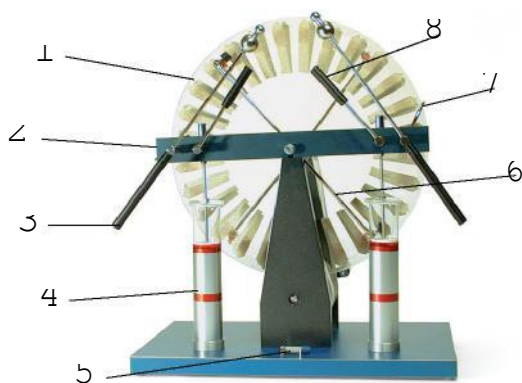
5. Remarques

- La machine à influence ne fonctionne pas dans les deux sens de rotation lorsque le conducteur transversal est dans la même position. Lorsque la manivelle tourne dans le sens des aiguilles d'une montre, les conducteurs transversaux doivent se trouver dans l'ordre « en haut à gauche à en bas à droite », quel que soit le côté d'où l'on regarde la machine à influence.
- La position des conducteurs transversaux permet de régler la tension de sortie et le courant de sortie de la machine. Pour obtenir des tensions de sortie plus élevées et ainsi des parcours d'étincelle plus longs, ajuster les conducteurs transversaux dans une position raide. Si la position est plate, le courant de sortie augmente.
- Lors de la décharge à étincelles, l'électrode de décharge négative doit être supérieure à la positive. Aussi l'extrémité des tiges d'électrode présente-t-elle la forme d'une double bille. Positionner les billes de telle sorte que la décharge a lieu de la petite vers la grande.
- Lorsque les pinces sont usées, couper leur extrémité pour obtenir une surface métallique propre. Seuls les pinces ont le droit de toucher les disques, tandis que les balais doivent se rapprocher du disque sans le toucher directement.
- Les bouteilles de Leyde peuvent être endommagées et ne fournissent plus que de petites étincelles. Dans ce cas, vérifier la capacité de charge de chaque bouteille.
- Pour décharger complètement les bouteilles de Leyde, il faut soit relier les conducteurs transversaux pendant plusieurs secondes, soit les revêtements extérieurs des bouteilles à la partie supérieure des tiges.
- Si le rendement diminue suite à un défaut d'isolement, dépoussiérer la machine à influence et lui insuffler de l'air chaud pendant plusieurs minutes à l'aide d'un sèche-cheveux.
- Pendant l'exploitation de la machine à influence, la transformation chimique de l'oxygène de l'air en ozone dégage une odeur caractéristique.

1002967 Macchina elettrostatica (macchina di Wimshurst)

Istruzioni per l'uso

9/03 ALF



- 1 Dischi in vetro acrilico con piastre in stagno
- 2 Barra isolante
- 3 Aste degli elettrodi
- 4 Bottiglie di Leida
- 5 Sezionatore
- 6 Barre neutralizzatrici con spazzole in metallo
- 7 Staffa con pettini
- 8 Leva di comando per collegare le bottiglie di Leida

La macchina elettrostatica provvede alla generazione di elevate tensioni continue non pericolose da impiegare in numerosi esperimenti prevalentemente nel campo dell'elettrostatica.

1. Norme di sicurezza

- **Attenzione!** I picchi di interferenza ad alta frequenza generati dalle scariche di tensione possono danneggiare gli apparecchi elettronici sensibili, ad es. computer, calcolatrici tascabili, strumenti di misura digitali, ecc..
- Per la pulizia delle parti in plastica della macchina elettrostatica utilizzare esclusivamente benzina solvente; non utilizzare mai solventi.
- Conservare la macchina elettrostatica in un luogo asciutto e protetto dalla polvere. Non esporre a radiazione termica diretta (sole, riscaldamento).

2. Descrizione, caratteristiche tecniche

La macchina elettrostatica è costituita da due dischi in vetro acrilico 1 paralleli di uguali dimensioni, posizionati a una distanza minima uno dall'altro su un asse orizzontale. L'asse è montato su due supporti di legno fissati a una piastra di base. I dischi vengono azionati indipendentemente uno dall'altro mediante cinghie di trasmissione collegate all'albero motore e una manovella. Una cinghia è incrociata, in modo tale che i dischi ruotino in senso opposto. Le superfici esterne dei dischi sono dotate lungo tutta la circonferenza di strisciole di stagno. Davanti a ogni disco è fissata all'asse, in modo che possa ruotare, una barra neutralizzatrice 6 con spazzole di metallo che strofinano i rivestimenti di sta-

gnola. I due pettini 7 fissati ad ogni staffa sulle estremità della barra isolante 2, avvitata all'asse, provvedono alla captazione di corrente.

Sono collegati con le aste degli elettrodi 3, le cui estremità sono a forma di doppia sfera, e tra di loro avviene la scarica elettrica. Due bottiglie di Leida 4 possono essere collegate mediante la leva di comando 8. Il sezionatore 5 collega le bottiglie di Leida.

Diametro del disco:	310 mm
Lunghezza della scintilla: max.	120 mm
Dimensioni:	360 mm x 290 mm x 450 mm
Corrente di cortocircuito:	ca. 30 μ A
Massa:	3,4 kg

3. Principio di funzionamento

Durante il funzionamento la carica, inizialmente piccola, aumenta in modo costante grazie a processi di induzione elettrostatica fino al raggiungimento della massima tensione di esercizio. La tensione di esercizio è limitata da scariche, assorbimento di corrente e difetto di isolamento.

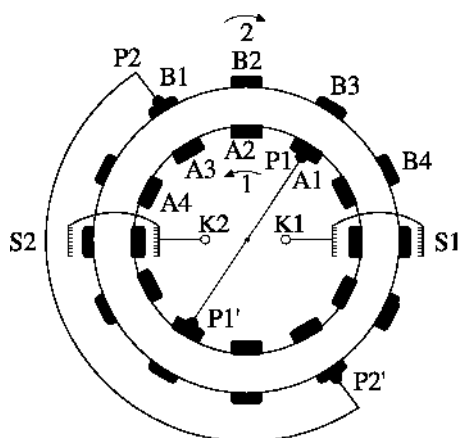
Per una più semplice comprensione del modo di funzionamento della macchina elettrostatica, si immaginino al posto dei dischi due cilindri cavi (vedi figura) che ruotano in senso opposto su un asse in comune. Dopo che il rivestimento B1 ha assunto carica elettrica positiva a seguito dello strofinamento con la spazzola P2, raggiunge le posizioni B2 e B3. Nella posizione B3 si viene a trovare di fronte al rivestimento A1, che ha una carica elettrostatica negativa derivante dalla messa a terra creata dalla spazzola P1. A1 mantiene tale carica negativa continuando a ruotare e raggiungendo le posizioni A2 e

A3. In posizione A3 induce una carica positiva nel rivestimento di stagnola B1 contrapposto. Questo processo si ripete in modo continuo e porta ad un graduale incremento delle cariche delle striscioline di stagnola. Continuando a ruotare, tutti i rivestimenti B con carica positiva giungono al pettine S1 e tutti i rivestimenti A con carica negativa giungono al pettine S2, dove cedono la propria carica alle aste degli elettrodi con le sfere conduttrici K1 e/o K2. Il proseguimento della rotazione vede la ripetizione dei medesimi processi, con la differenza che ora le striscioline di stagnola A che passano accanto a P1' vengono caricate positivamente e i rivestimenti B che passano accanto a P2' vengono caricati negativamente. Le tensioni così ottenute aumentano in proporzione al diametro dei dischi.

Nella realtà i processi qui descritti come successivi avvengono contemporaneamente.

Le cariche sulle striscioline di stagnola del disco 2 inducono sulle striscioline di stagnola del disco 1 in corrispondenza delle spazzole cariche positive e/o negative. A loro volta queste inducono cariche sulle striscioline di stagnola del disco 2, quando passano accanto alla spazzola contrapposta. Le cariche vengono quindi attratte dai pettini e inoltrate alle aste degli elettrodi per essere scaricate mediante le sfere conduttrici e/o le bottiglie di Leida.

La lunghezza della scintilla dipende dal diametro dei dischi.



4. Comandi

- La macchina elettrostatica viene consegnata montata, fatta eccezione per la manovella che deve essere inserita.
- Le barre neutralizzatrici, con manovella in senso orario da sinistra in alto a destra in basso, devono formare un angolo di 45° rispetto alla barra isolante.
- Il sezionatore deve essere chiuso.
- Collegando le bottiglie di Leida viene aumentata l'in-

tensità delle scintille, senza tuttavia che sia necessario aumentare la distanza degli elettrodi.

- La polarità della macchina elettrostatica può essere determinata mediante un elettroscopio. Questo viene caricato con un elettrodo e toccato con una bacchetta di plastica strofinata. Se si scarica, l'elettrodo utilizzato ha carica positiva, e se si carica ulteriormente ha carica negativa, poiché la bacchetta di plastica strofinata sulla lana ha una carica negativa. Durante il funzionamento della macchina elettrostatica la polarità non cambia. Tuttavia si può verificare un cambiamento di polarità dopo lunghi periodi di inattività.
- In alternativa, la determinazione della polarità può essere effettuata con una lampada a bagliore: la luce a bagliore si origina sempre sull'elettrodo negativo.

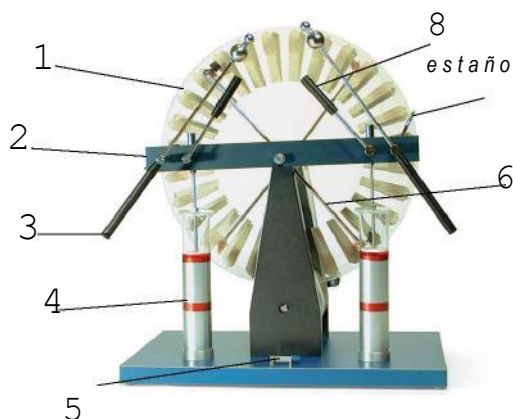
5. Note

- La macchina elettrostatica non funziona nei due sensi di rotazione se le barre neutralizzatrici sono nella stessa posizione. Con manovella in senso orario le barre nebulizzatrici devono trovarsi da sinistra in alto a destra in basso, indipendentemente dal lato da cui si guarda la macchina elettrostatica.
- Mediante la posizione delle barre neutralizzatrici è possibile impostare la tensione di uscita e la corrente di uscita della macchina. Per ottenere tensioni di uscita maggiori e in tal modo distanze degli elettrodi più lunghe, le barre neutralizzatrici devono essere impostate con un'elevata inclinazione. In caso di posizione piatta, aumenta la corrente di uscita.
- Nella scarica elettrica l'elettrodo negativo deve essere maggiore di quello positivo. Pertanto l'estremità delle aste degli elettrodi è a forma di doppia sfera. Le sfere devono essere posizionate in modo che la scarica vada dalla sfera più piccola a quella più grossa.
- Se le spazzole sono consumate, tagliare le estremità nella misura necessaria per ottenere una superficie metallica netta. I dischi devono essere toccati esclusivamente dalle spazzole, mentre i pettini devono trovarsi vicino ai dischi ma non li devono toccare direttamente.
- Nel caso in cui le bottiglie di Leida siano danneggiate emettono solo piccole scintille. In questo caso verificare separatamente la capacità delle bottiglie.
- Per scaricare completamente le bottiglie di Leida, collegare per alcuni secondi sia le barre neutralizzatrici in grado di trasmettere elettricità che i rivestimenti esterni delle bottiglie con la parte superiore dell'asta.
- Se a causa di uno scarso isolamento si ha poca potenza, rimuovere la polvere dalla macchina elettrostatica e per alcuni minuti soffiare sulla macchina aria calda con un fon per capelli.
- Durante il funzionamento della macchina elettrostatica si sviluppa un odore caratteristico dovuto alla trasformazione chimica dell'ossigeno dell'aria in ozono.

1002967 Generador electrostático (Máquina de Wimshurst)

Instrucciones de uso

9/03 ALF



- 1 Discos de vidrio acrílico con placas de estaño
- 2 Listón de aislamiento
- 3 Barras de electrodos
- 4 Botellas de Leyden
- 5 Interruptor de aislamiento
- 6 Conductor transversal con pinceles de metal
- 7 Estribo con escobillas
- 8 Palanca de acoplamiento para conexión de las botellas de Leyden

El generador electrostático sirve para generar altas tensiones continuas, no peligrosas al contacto, para numerosos experimentos, en su mayoría, de electrostática.

1. Aviso de seguridad

- ¡Atención! Los equipos electrónicos sensibles, como p. ej. ordenador, calculadora de bolsillo, instrumentos de medición digital etc., pueden sufrir daños debidos a crestas de interferencia de alta frecuencia, ocasionados por descargas de tensión.
- Para limpiar las piezas de plástico, emplee únicamente gasolina para lavado de motores. Nunca utilice disolventes.
- Mantenga el generador electrostático en un lugar seco y protegido del polvo. Tampoco lo someta a radiaciones de calor directas (sol, calefacción).

2. Descripción, datos técnicos

El generador electrostático consta de dos discos de cristal acrílico 1, de igual tamaño, montados sobre un eje horizontal, paralelamente, y con escasa distancia entre sí. El eje se encuentra sobre dos soportes de madera, los cuales, a su vez, están montados sobre la placa base. El accionamiento de los discos se realiza independientemente el uno del otro, por medio de correas de accionamiento, a través de poleas y una manivela. Una correa se desplaza de manera cruzada, por lo cual los discos giran en sentido opuesto. La cara externa de los discos está ocupada circularmente por hojas de estaño. Frente a cada disco, se ha fijado al eje un conductor transversal 6, girable, con dos «pinceles» de metal, que fro-tan las hojas de estaño.

Para la toma de corriente se emplean dos escobillas 7 fijadas a un estribo, en el extremo del listón de aislamiento 2, el cual se encuentra atornillado al eje. La distancia entre las escobillas y los discos es regulable, y debe ser de algunos milímetros. Éstas se encuentran conectadas con las barras de electrodos 3, cuyos extremos tienen forma de doble esfera y entre las que se efectúa la descarga de chispas. Dos botellas de Leyden 4 se pueden conectar adicionalmente por medio de las palancas de acoplamiento 8. El interruptor de aislamiento conecta las botellas de Leyden entre sí.

Diámetro de los discos:	310 mm
Longitud de chispa:	máx. 120 mm
Dimensiones:	360 mm x 290 mm x 450 mm
Corriente de cortocircuito:	aprox. 30 μ A
Peso:	3,4 kg

3. Principio de funcionamiento

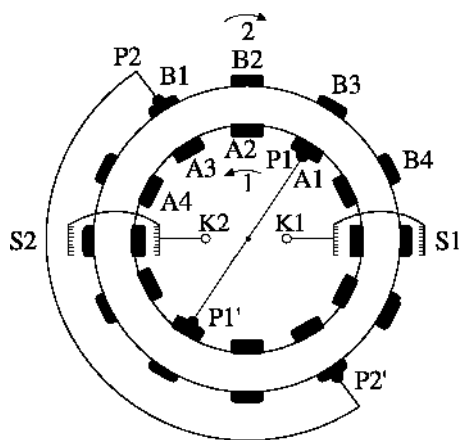
Durante el servicio, una carga inicialmente pequeña se incrementa constantemente, por medio del proceso conocido como influencia eléctrica, hasta que se alcanza la máxima tensión de servicio. Ésta se ve limitada por descargas de chispa, toma de corriente y fallos de aislamiento. Para facilitar la explicación del funcionamiento del generador electrostático, en lugar de los discos, imaginemos que se tienen dos cilindros huecos (ver figura), que rotan en sentido opuesto alrededor de un eje común. Luego de que la hoja B1 adquiera una carga eléctrica positiva, tras el frotamiento con el pincel P2, éste pasa sucesivamente a las posiciones B2 y B3. En la posición B3 se encuentra frente a la hoja A1, la cual está puesta a tierra

por medio del pincel P1, por lo que su carga de influencia es negativa. A1 mantiene esta carga negativa cuando, debido al movimiento de giro, pasa a ocupar las posiciones A2 y A3. En la posición A3, ejerce como influencia una carga positiva sobre la hoja de estaño B1, la cual se encuentra ahora enfrente. Este proceso se repite constantemente, lo cual conduce a un incremento progresivo de la carga sobre las placas de estaño. Al continuar el movimiento, todas las hojas B, con carga positiva, llegan hasta la escobilla S1, y las hojas A, con carga negativa, a la escobilla S2, en donde entregan sus cargas a los electrodos con las esferas conductoras K1 y K2. Al continuar el movimiento giratorio, se producen los mismos acontecimientos con la diferencia de que, ahora, la hoja de estaño A que pasa frente a P1' tiene carga positiva, y la hoja B que pasa frente a P2' es negativa. Las tensiones así generadas crecen de acuerdo con el diámetro de los discos.

En realidad, los procesos que aquí se han descrito paso a paso ocurren simultáneamente.

Bajo los pinceles, las cargas positivas o negativas de las hojas de estaño del disco 2 ejercen una influencia sobre las del disco 1. Y éste, por otra parte, influencia las cargas de las hojas de estaño del disco 2, cuando éstas pasan por el pincel que se encuentra enfrente. Las cargas son entonces absorbidas por las escobillas y se conducen, para su descarga, a las barras de electrodos o a las botellas de Leyden por medio de las esferas conductoras.

La longitud de las chispas depende del diámetro del disco.



4. Servicio

- El generador electrostático se suministra ya montado, únicamente es necesaria la inserción de la manivela.
- En el caso de que la rotación se dé en sentido horario, los conductores transversales deben señalar, por arriba, hacia la izquierda y, por debajo, hacia la derecha, en un ángulo de 45°, en relación con la barra de aislamiento.
- El interruptor de aislamiento debe estar cerrado. Si se conectan las botellas de Leyden aumenta la intensidad de las chispas sin que su longitud se incremente.

- Se puede determinar la polaridad del generador electrostático por medio de un electroscopio. Este último se carga con un electrodo y se toca luego con una barra de plástico previamente frotada. Si se descarga, entonces el electrodo usado es positivo, si la carga aumenta, la polaridad es negativa puesto que el plástico, tras ser frotado con lana, adquiere una carga negativa. La polaridad no varía mientras el generador electrostático se encuentre en funcionamiento, sin embargo, esto es posible tras largas pausas.
- De manera alternativa, se puede determinar la polaridad por medio de una lámpara de efluvios. En este caso, la incandescencia siempre se genera en el electrodo negativo.

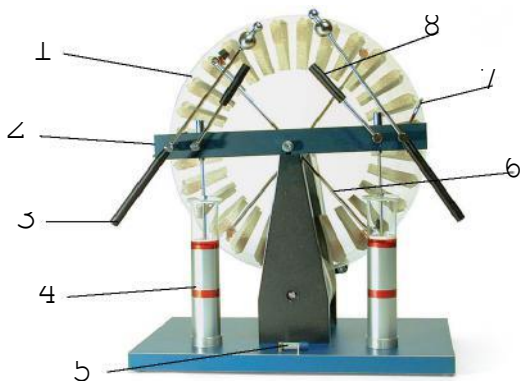
5. Notas

- El generador electrostático no puede funcionar en ambas direcciones con la misma posición de los conductores transversales. Para rotación en sentido horario, los conductores deben señalar, por arriba, a la izquierda y, por debajo, a la derecha, independientemente del lugar desde donde se mire la máquina.
- Por medio de la posición de los conductores transversales se puede ajustar la tensión y la corriente de salida de la máquina. Para alcanzar tensiones de salida más altas y, en consecuencia, chispas más largas, los conductores deben adoptar una posición empinada; si no presentan inclinación, la corriente de salida aumenta.
- Durante la descarga de chispas, el electrodo de descarga negativo debe ser más grande que el positivo. Por esta razón, el extremo de las barras de electrodo tiene forma de doble esfera: las esferas deben emplazarse de manera que la descarga se realice desde la más pequeña hacia la más grande.
- Si los pinceles se han desgastado, se debe recortar algo de sus extremos para así obtener una superficie metálica limpia. Únicamente los pinceles deben tocar los discos, mientras que las escobillas deben acercarse a éstos sin que se llegue a producir un contacto directo.
- Las botellas de Leyden pueden presentar daños y, por tanto, emitir solamente chispas pequeñas. En este caso, se debe examinar su capacidad de carga por separado.
- Para descargar por completo las botellas de Leyden, se deben conectar durante varios segundos los conductores transversales o el revestimiento externo de las botellas con la barra superior.
- En el caso de que se presente una escasa potencia, debido a fallos en el aislamiento, se debe desempolvar el equipo, y soplar sobre él aire caliente, durante varios minutos, con un secador de cabello.
- Durante el uso del generador electrostático se percibe un olor característico producido por la transformación química del oxígeno del aire en ozono.

1002967 Máquina eletrostática de Wimshurst

Instruções para o uso

9/03 ALF



- 1 Discos de acrílico com placas de estanho
- 2 Barra de isolamento
- 3 Barras de eletrodos
- 4 Garrafas de Leiden
- 5 Comutador para desligar
- 6 Condutor transversal com pinças de metálicas
- 7 Haste com escovas
- 8 Alavanca conectora para ligar as garrafas de Leiden

A máquina de Wimshurst serve para produzir tensões contínuas altas, sem perigo em caso de contato, para numerosas experiências principalmente no campo da eletrostática.

1. Indicações de segurança

- Cuidado! Aparelhos eletrônicos sensíveis, como com-putadores, calculadoras de bolso, aparelhos digitais de medição, etc., podem ser danificados por fortes interferências de alta frequência provocadas por des-cargas elétricas.
- Para efetuar a limpeza das partes de material plástico da máquina de Wimshurst nunca utilize solventes, só utilize detergentes.
- Armazenar a máquina de Wimshurst num lugar seco e protegido da poeira. Não expor a fontes de calor (sol, aquecimento).

2. Descrição, dados técnicos

A máquina de Wimshurst é constituída de dois discos de acrílico transparente 1 de dimensões idênticas, que se encontram fixados em paralelo num eixo horizontal a pouca distância um do outro. O eixo está fixado a duas hastes de madeira que por sua vez estão montadas numa placa de base. O movimento dos discos ocorre de forma independente através das correias de transmissão para as anilhas de tração ligadas ao eixo motor e uma mani-vela. Uma das correias está colocada de forma atravessa-da, para que os discos girem em direções opostas. As faces externas dos discos estão cobertas em todo o seu perímetro por tiras de estanho. Fixado ao eixo e poden-

do ser girado, encontra-se frente a cada disco um condutor transversal 6 com 2 pinças de metal que exercem fricção sobre os revestimentos de estanho. Para recuperar a eletricidade encontram-se duas escovas fixadas em hastes 7 nas pontas da barra de isolamento 2, a qual está aparafusada no eixo. A distância das escovas aos discos é regulável e deveria ser de uns quantos milímetros.

Elas estão conectadas com a barra de eletrodos 3, cujas extremidades têm a forma de uma dupla esfera e entre as quais ocorre a descarga elétrica. Duas garrafas de Leiden 4 podem ser ligadas por meio da alavanca conectora 8. O comutador para desligar 5 liga as garrafas de Leiden.

Diâmetro dos discos: 310 mm
Comprimento da faísca: máx. 120 mm
Dimensões: 360 mm x 290 mm x 450 mm
Corrente de curto-circuito: aprox. 30 μ A
Massa: 3,4 kg

3. Princípios de funcionamento

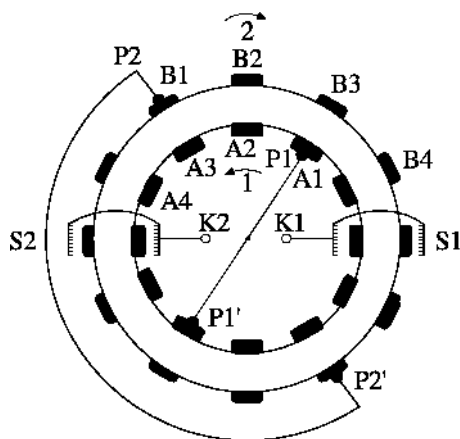
Durante o funcionamento, uma pequena carga inicial é constantemente aumentada por indução elétrica até ter-se atingido a tensão funcional máxima. A tensão funcional é limitada pela descarga de faíscas, extração de energia ou por um erro de isolamento.

Para simplificar a explicação do modo de funcionamento da máquina eletrostática, imaginemos em vez dos discos, 2 cilindros de madeira (vide ilustração) que giram em torno a um mesmo eixo em direções contrárias. Quando o revestimento B1 carregar-se positivamente por atri-

to com o pincel P2, este assumirá assim consequentemente as posições B2 e B3. Na posição B3 ele se encontra frente ao revestimento A1, o qual está conectado à terra através do pincel P1 e assim recebe uma carga negativa por indução. A1 manterá a carga negativa ao movimentar-se por rotação e chegar às posições A2 e A3. Este então, na posição A3, induz uma carga positiva ao revestimento de estanho B1 que se encontra na sua frente. Este processo repete-se de forma ininterrupta, o que acaba levando a um aumento da carga elétrica dos revestimentos de estanho. Ao continuar-se girando, todos os revestimentos B de carga positiva chegam à escova S1 e os revestimentos A de carga negativa chegam à escova S2 e passam a sua carga às barras de eletrodos com as esferas condutoras K1 ou K2. Mais adiante, ao continuar-se a girar, os mesmos processos continuam acontecendo, com a diferença de que agora as placas de estanho A que passam por P1 levam carga positiva e os revestimentos B que passam por P2 levam carga negativa. As correntes assim produzidas aumentam proporcionalmente ao diâmetro do disco. Na realidade, os processos aqui descritos em seqüência acontecem simultaneamente. Sob o pincel, cargas negativas ou positivas são induzidas nas placas de estanho do disco 1 por indução das cargas encontradas nas placas de estanho do disco 2. As placas do disco 1 induzem cargas por sua vez nas placas do disco 2 quando passam pelo pincel oposto. As cargas são então absorvidas pelas escovas e transmitidas às barras de eletrodos para serem descarregadas nas esferas condutoras ou nas garrafas de Leidener. O comprimento da faísca depende do diâmetro do disco.

4. Instruções de uso

- A máquina de Wimshurst é entregue completamente montada, só a manivela deve ser colocada no eixo.



- No caso de uma rotação no sentido horário, os condutores transversais devem estar posicionados da esquerda acima para a direita abaixo, cruzados e num ângulo de 45° em relação à barra de isolamento.
- O comutador para desligar deve estar fechado.

- A intensidade das faíscas é aumentada pela conexão das garrafas de Leidner, sem que aumente no entanto o comprimento das faíscas.
- A determinação dos pólos da máquina eletrostática pode ser efetuada por meio de um eletroscópio. Carregue-o com um eletrodo e logo toque-o com uma vara de plástico anteriormente friccionada num pano. Se este se descarregar, então o eletrodo utilizado é positivo, se ele continuar a carregar-se é porque leva carga negativa, já que a vara carrega-se negativamente quando friccionada à lã. A polaridade não se modifica durante o uso da máquina de Wimshurst. Após longas pausas, porém, é possível que isso aconteça.
- Alternativamente a determinação da polaridade pode ser efetuada com uma lâmpada incandescente. Neste caso, a incandescência sempre ocorre no polo negativo.

5. Observações

- A máquina de Wimshurst não funciona em ambas direções com a mesma regulagem dos conectores transversais. No caso de uma rotação no sentido horário, os condutores transversais devem estar posicionados da esquerda acima para a direita abaixo, indiferentemente de que lado esteja-se vendo a máquina de influência.
- A tensão de saída e a corrente de saída da máquina são ajustadas pela posição dos condutores transversais. Para obter altas tensões de saída e assim faíscas longas deve-se instalar os condutores transversais na vertical. Em posição horizontal aumenta a corrente de saída.
- Para a descarga de faíscas, o eletrodo negativo de descarga deve ser maior do que o positivo. É por isso que a extremidade da vara de eletrodos termina numa dupla esfera. As esferas devem ser posicionadas de modo que a descarga ocorra da esfera menor para a maior.
- Caso os pincéis estejam gastos, deve-se cortar as suas pontas de forma a obter um plano metálico limpo. Só os pincéis devem tocar os discos, enquanto que as escovas devem estar bem próximas do disco sem no entanto entrar em contato direto com este.
- As garrafas de Leidener podem estar danificadas e só produzir uma pequena faísca. Nesse caso, deve-se verificar a capacidade de carga de cada uma das garrafas.
- Para descarregar completamente as garrafas de Leidener, deve-se manter os conectores transversais conectados durante vários segundos, ou então conecta-se os revestimentos externos das garrafas com o gancho na parte superior.
- Caso obtenha-se muito pouco desempenho por falta de isolamento, deve-se retirar a poeira da máquina e soprar ar quente sobre esta durante vários minutos utilizando um secador de cabelos.
- Durante o funcionamento da máquina de Wimshurst surgirá um odor característico, isto é devido à transformação química do oxigênio em ozônio.