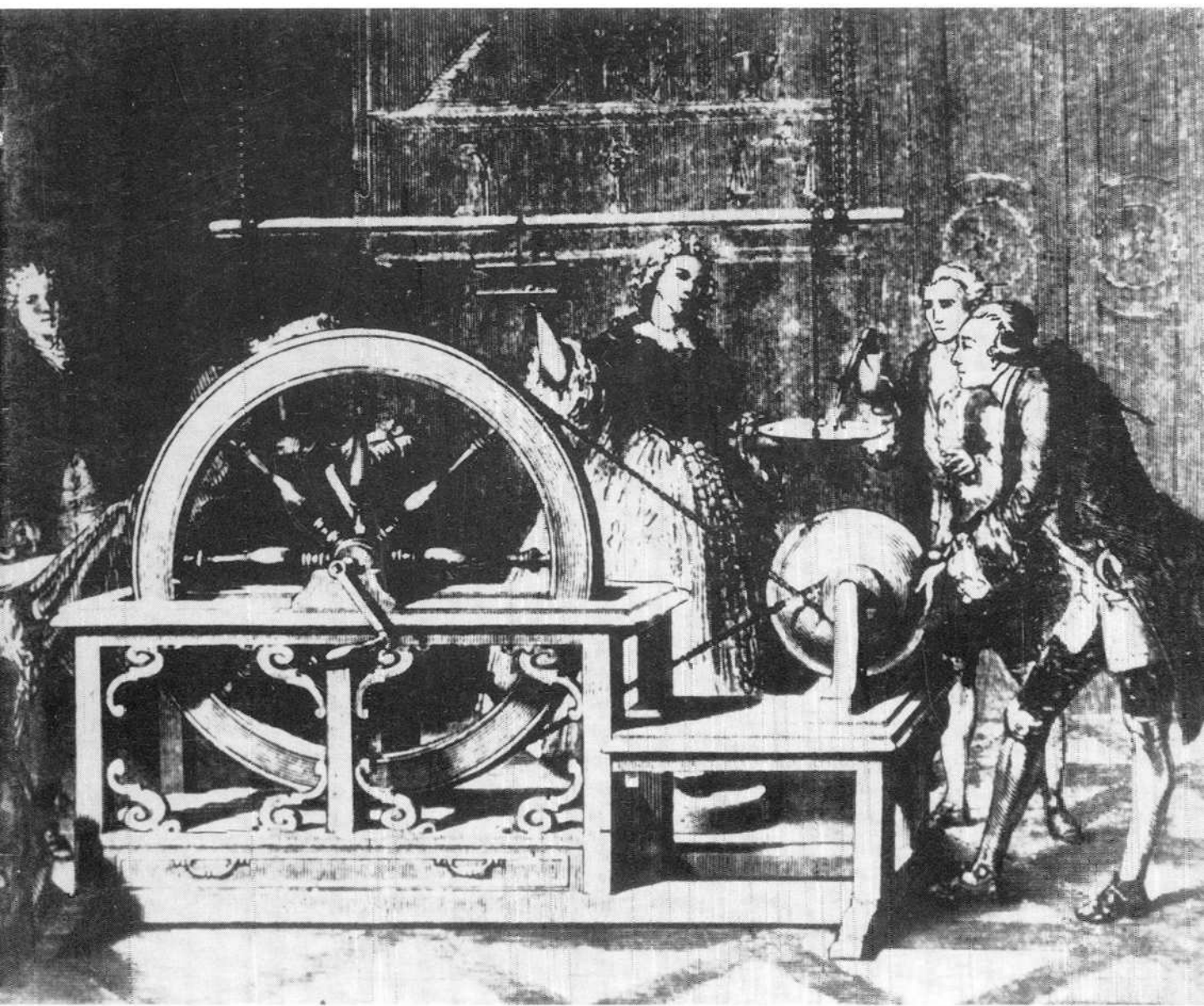


RADIOSCOLA



FISICA 4

Fisica experimentala

PER SCOLAS REALAS E SECUNDARAS

Elaborada da

Boris Novak

P. Flurin Maissen

Redacziun e realisaziun
Alfons Maissen

Alfons Maissen

Desegns: Boris Novak

Legendas: P. Fl. Maissen

Versiun romontscha: A. Maissen

PONDERAZIUNS

Fisica 4 tracta l'electricitad. En sesez in legreivel capetel. Questa energia schubra – la cotgl'alva – ha in de ses gronds origins e cudizzader ella presiun dell'aua schubra de nossas muntognas. Las auas rimnadas e canalizadas per tut prezi, tochen sil davos daguot, smasan spundas e flums dal suc prezios de nossa existenza. L'electricitad, en sesez de caracter schi pur, vegn producida per gronda part cun las consumaziuns mai pli recuperablas ded ielis, cotgla e forza atomica. La schubra electricitad sa vegnir applicada per schubers e clars intents, che tschufrognan en negins graus. Motors electric, viafier, glisch electrica, apparaturas de tutta specia. Mo quella forza sa era luvrar ella fabricaziun, transformond materias senza macla en rauba dubiusa.

Vesend la strapazzada de beins primars d'energia, che stuessen esser pertgiradas e duvradas cul pli grond senn de responsabladad era enviars ina lontana posteriuradad, ha schau svilupper ils davos decennis, bein encunter grondas resistenzas, la tecnica de tschaffada ed applicaziun dell'energia solara. La Natira muossa a nus inconten co ella sa far diever enorm economic della calira solara, che dat, ensemen cun aua ed aria, nossa veta. La forza solara

vegn a jugar el futur, gia avon che las materias oz en derutta sestezien dil tuttafatg, ina gronda rolla el sector de procura dellas energias schi desideradas.

Il quart cudischi de fisica concluda in sforz special dil Radioscola Romontsch. En questas 150 paginas seconcentrescha ina materia che po survir de mied d'instrucziun. Mo era ina lectura de pagina per pagina sa daventar cumadeivla per in intent u l'auter. La materia ei enconuschenta als mussaders de quei scalem. Il manual ei cheu per sustegn e muossavia.

Cun questa lavur ei stau combinai in secund sforz, in intent linguistic. Terms e noziuns ch'il scazi de plaids de luvendis e dumengias po buca tschaffar, ein cheu veseivels. Diever e fixaziun de quels han beinduras dau de sburflar als auturs. Quella lavur ha fatg exprimer ina partida scolasts de procurar semeiglions compendis romontschs ellas materias: biologia, geografia, botanica e zoologia. Buna planisaziun e lavur cumina de vaglia savessen senza dubi era realisar quels giavischs.

Cuera, ils 22 d'uost 1976

Alfons Maissen

Maletg davon de cuviarta:

Realisaziun d'electricitad entras fricziun. Experiment ord il 18avel tschentaner.

Maletg davos de cuviarta:

Emprovas de Franklin de gudignar forza ord las neblas duront urezis. – Galvani scuviara entras schabetg l'electricitad animalica, 1891. – T.A. Edison inventa il per electric, 1879.

EDIZIUN DELLA CUMINONZA RADIO ROMONTSCH / ORGAN DELLA CUMISSIUN RADIOSCOLA
RADIOSCOLA. Annada XXII, 6. 1976. Emissiun 183 Stampa Romontscha, Mustér 1976.

TABELLA DELLAS MATERIAS

INHALTSVERZEICHNIS

ELECTRICA – ELEKTRIZITÄT

11.	Il current electric	109	11.6.3	Electricidad de fricziun	120
	Der elektrische Strom			Die Reibungselektrizität	
11.1	La noziun dil current	109	12.	L'applicaziun della forza electrica	122
	Der Strombegriff			Die Anwendung der Elektrizität	
11.1.1	Paregliaziun cul current ded aua	109	12.1	La reit electrica	122
	Vergleich mit dem Wasserstrom			Das Stromnetz	
11.1.2	La lescha dil current e sias unitads	109	12.2	Indrezs de repartiziun e de segironzas	123
	Stromgesetze und Einheiten			Verteilerschaltungen und Sicherungen	
11.1.3	Diagrams de connexiun	111	12.3	Apparats magnetic e maschinas	124
	Messschaltungen			d'inducziun	
11.2	Exempels de quintaziun	112		Magnetik und technische	
	Rechnungsbeispiele			Induktionsmaschinen	
11.2.1	Exempel 1	112	12.3.1	Igl interruptur magnetic – Ils relais	124
	Beispiel 1			Der Unterbrecher – Das Relais	
11.2.2	Exempel 2	112	12.3.2	Motors e generaturs	125
	Beispiel 2			Motoren und Generatoren	
11.2.3	Exempel 3	112	12.3.3	Il transformatur	126
	Beispiel 3			Der Transformator	
11.3	La noziun: energia electrica	113	12.3.4	La electroacustica –	127
	Energiebegriff der Elektrizität			Gramofon, magnetofon, aultplidader	
11.4	Exempels	113		Die Elektroakustik –	
	Beispiele			Grammophon, Magnetophon, Lautsprecher	
11.4.1	Exempel 1	113	12.4	La electrolisa	129
	Beispiel 1			Die Elektrolyse	
11.4.2	Exempel 2	114	12.5	La electronica	131
	Beispiel 2			Die Elektronik	
11.4.3	Exempel 3	114	12.5.1	La lampa a catoda caulda	131
	Beispiel 3			Die Glühkathodenröhre	
11.5	Ils effects dil current electric	114	12.5.2	La lampa de Röntgen	133
	Die Wirkung des elektrischen Stromes			Die Röntgenröhre	
11.5.1	Energia calorica dell'electricidad	115	12.5.3	La lampa a imagen – La lampa de Brown	135
	Die Wärmeenergie der Elektrizität			Die Bildröhre – Die Brown'sche Röhre	
11.5.2	Igl effect magnetic	116	12.5.4	Cellas fotoelectricas – Transistors	135
	Die magnetische Wirkung			Photozellen – Transistoren	
11.5.3	L'inducziun electrica	117	12.6	Producziun e radiaziun d'undas	136
	Die elektrische Induktion			electromagneticas	
11.6.	La producziun dil current electric –	118		Erzeugung und Ausbreitung	
	Las fontaunas de current			elektromagnetischer Wellen	
	Stromerzeugung – Stromquellen		12.6.1	Il descargar d'in condensatur	137
11.6.1	La producziun chemica dil potencial	119		Entladung eines Kondensators	
	(della tensiun)		12.6.2	Undas relaxadas	137
	Die chemische Erzeugung des Potentials			Gedämpfte Wellen	
11.6.2	Producziun mehanica dil current	120	12.6.3	Undas nunrelaxadas	137
	cun agid d'inducziun			Ungedämpfte Wellen	
	Mechanische Erzeugung des Stromes				
	mittels Induktion				



Benjamin Franklin interpreten 1752 i gl experiment che dueigi comprobar che il cametg seigi de tempr electrica

D. ELECTRICA – DIE ELEKTRIZITÄT

11. Il current electric

11.1 La noziun dil current

11.1.1 Paregliaziun cul current ded aua

Nos senns pon tschaffar ils corps en lur fuormas, en lur stadi de calira, els san era ferdar, veser ed udir. Per ils fenomens electrici havein nus buc in agen senn cun il qual nus savessen constatar el. Nus essan dependents en quei grau dals effects dil current electric. Quels san dar a nus entgin sclariment sur la natira dell'electricitad. Nus vein gest duvrau il plaid current electric. El ei tier nus schi de casa che nus lein gest metter fil en guila a quella noziun. Nus mettein pia il cass che l'electricitad, il current electric, secuntegni sco in current ded aua che vegn tenius en moviment entras ina pendenza u ina pompa. Quella supposiziun, per nus ad interim ina hipotesa, gida nus a surventscher beinenqual difficultad. Perquei lein nus perscrutar pli detagliadamein la noziun «current ded aua», e transportar ella vi sill'electricitad. Quella ponderaziun dat la suandonta paregliaziun, la quala nus stuein per il mument buca dominar dil tut. Nus savein puspei returnar a quei schema che constatescha ensesez en sempla moda: Sche daguots ded aua, ni las lur pli pintgas parts, ils moleculs, semovan, havein nus in current ded aua. Aschia plaidan ins era d'in current electric, sche las pli pintgas cargadas d'electricitad, ils electrons, u las pli pintgas parts della materia cargada cun electricitad, numnai jons, semovan (Mira p. 140–143).

11.1.2 La lescha dil current e sias unitads. – Tier quei transport de parts cargadas cun electricitad sedamonda ei avon tut: Con gronda ei

11. Der elektrische Strom

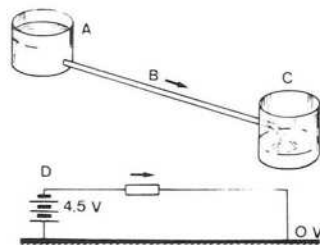
11.1 Der Strombegriff

11.1.1 Vergleich mit dem Wasserstrom

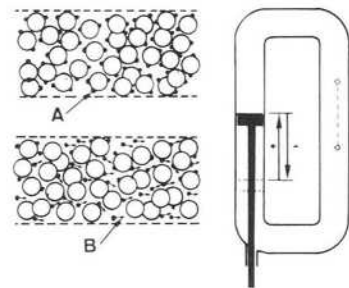
Unsere Sinne können die Körper in ihrer Form, in ihrem Wärmezustand erkennen, sie können sie auch riechen, sehen und hören. Für die elektrischen Erscheinungen haben wir keinen eigenen Sinn, mit dem wir sie unmittelbar feststellen können. Wir sind auf die Auswirkungen des elektrischen Stromes angewiesen. Diese können uns einigen Aufschluss über die Natur der Elektrizität geben. Wir haben eben das Wort «elektrischen Strom» verwendet. Es ist uns so geläufig, dass wir gerade an diesem Begriff anknüpfen wollen. Wir nehmen also an, dass die Elektrizität sich verhalte wie ein Wasserstrom, der durch das Gefälle oder durch eine Pumpe in Bewegung gehalten wird. Diese Annahme, für uns einstweilen eine Hypothese, hilft uns über manche Schwierigkeit. Deshalb wollen wir den Begriff «Wasserstrom» eingehender erarbeiten und ihn auf die Elektrizität übertragen. Diese Überlegung gibt folgenden Vergleich, den wir vorerst noch nicht ganz beherrschen müssen. Wir können immer wieder auf dieses Schema zurückkommen, das im Grunde einfach feststellt: Wenn Wassertropfen, oder ihre kleinsten Teile, die Moleküle, sich bewegen, haben wir einen Wasserstrom. Wenn die kleinsten Ladungen der Elektrizität, die Elektronen, oder die kleinsten elektrisch geladenen Teile der Materie, Jonen genannt, sich bewegen, spricht man von einem elektrischen Strom (Siehe S. 140–143).

11.1.2 Stromgesetz und Einheiten. – Bei diesem Transport von elektrisch geladenen Teilchen fragt sich vor allem, wie gross die Stromstärke

Sco l'aua va ella direcziun de pendenza, aschia ils electrons dal pol negativ tiel pol positiv.



Cun mintga atom ein ligiai in definit diember electrons. Certas substanzas, surtut metals, han aunc dasperas electrons libers che van empau a spass. Mintga electron ei purtader ded ina carga electricitad negativa. La pendenza en in conduct electric numnan ins tensiun. La tensiun muenta ils electrons libers e quels portan lur carga negativa vinavon. El dessegn ein A ils electrons ligiai, B ils libers. Cura ch'electrons semuentan ei quei in current electric. Quei moviment sa esser en ina direcziun constanta, lu plidein nus ded in current continuau. Il moviment sa era esser in alternont, sco ina unda, quei ei in current alternativ. Il maletg dretg muossa quei cun in model ded aua: Sch'ins tilla vidaneu il pistun sche circulescha l'aua vidaneu.



$$I = \frac{U}{R}$$

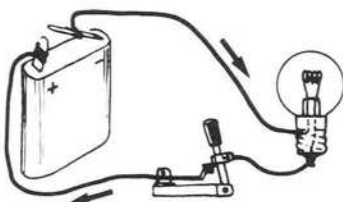
$$U = I \cdot R$$

$$R = \frac{U}{I}$$

La lescha ded Ohm

Il conduct normal e siu diagram
(Fontauna, consumader, interruptur)

Sco l'aua, che vegn ord la spina, sto alla finala saver ir vinavon ella canalisaziun ed ella mar e leu puspei se vaporisar ed aschia serrar il tscherchel natural, aschia ston era ils electrons saver ir vinavon en in tscherchel. Il conduct electric sto pia adina esser serraus. La batteria ei dessegn ei sco ina pompa che catscha ils electrons atras in fildirom de conduct, e lu atras in pli satel fildirom della lampa. Quella lampa lavura, ella vegn caulda e dat glisch. Ils electrons tuornan puspei ella batteria sco ils daguots ded au a ella mar. Ni l'aua ni ils electrons svaneschan, mo lur energia vegn consumada.



la forza dil current, conta cargada pro secunda passa tras il profil dil conduct? –

Per au a ed electricitad vala la suandonta ponderaziun:

Pli gronds ch'il catsch d'engiu (differenza de nivel, tensiun) ei, e ton pli gronda la tensiun.

Pli gronda che la conductibladad ei, e ton pli gronda l'intensitad. Nus savein dir: l'intensitad ei proporzionala al catsch d'engiu ed al profil dil conduct. L'intensitad = catsch d'engiu ga conductibladad.

Enstagl la conductibladad savein nus era applicar la valeta cuntraria, la «resistenza»; quei ei pli usitau ell'electricitad. L'intensitad ei en quei cass proporzionala alla pendenza, mo indirectamein proporzionala alla resistenza.

$$\text{Intensitad dil current d'aua} \left. \vphantom{\frac{\text{catsch d'engiu}}{\text{resistenza}}} \right\} = \frac{\text{catsch d'engiu}}{\text{resistenza}}$$

$$\text{Intensitad dil current electric} \left. \vphantom{\frac{\text{tensiun}}{\text{resistenza}}} \right\} = \frac{\text{tensiun}}{\text{resistenza}}$$

Quei ei la lescha dil current ded Ohm (1789–1854).

Sco per las mesiraziuns de lunghezia, de temps e della forza, stuein nus era statuir cheu las unitads.

a) *L'intensitad (I).* – Per l'aua ei vegniu statuiu la quantitat ded in liter per unitad = $1 \text{ dm}^3 = 5\,000 \text{ daguots} = \text{ca. } 3 \text{ quadrilliuns moleculs ded au a}$. Per l'electricitad ein ins seuni per la carga 1 Colomb, quei ein $6,25 \cdot 10^{18}$ cargas electronicas.

L'intensitad dell'aua vegn mesirada en liters pro secunda, quella dell'electricitad analogamein 1 Colomb pro secunda. Perquei che quella unitad de mesira vegn duvrada fetg savens, ha ella survegniun in agen num: Ampere (A). –

b) *Il catsch d'engiu, la tensiun (U).* – Il catsch d'engiu dell'aua vegn indicada entras sia pressiu, l'unitad ei 1 kp/cm^2 u 1 at . L'electricitad ha per unitad 1 Volt (V), che dueigi corrispunder alla tensiun d'ina certa batteria, numnadamein alla batteria

ist, wiewiel Ladung pro Sekunde durch den Querschnitt der Leitung geht.

Für Wasser und Elektrizität gilt die Überlegung:

Je grösser das Gefälle (Druck), desto grösser die Stromstärke.

Je grösser die Leitfähigkeit (Querschnitt) desto grösser die Stromstärke. Wir sagen: Die Stromstärke ist dem Gefälle und der Dicke der Leitung proportional. Stromstärke = Gefälle mal Leitfähigkeit.

Statt der Leitfähigkeit können wir auch den Kehrwert «Widerstand» einsetzen, was in der Elektrizität gebräuchlich ist. Die Stromstärke ist in diesem Falle proportional dem Gefälle aber indirekt proportional dem Widerstand.

$$\text{Stromstärke (Wasser)} \left. \vphantom{\frac{\text{Gefälle}}{\text{Widerstand}}} \right\} = \frac{\text{Gefälle}}{\text{Widerstand}}$$

$$\text{Stromstärke (Elektrizität)} \left. \vphantom{\frac{\text{Spannung}}{\text{Widerstand}}} \right\} = \frac{\text{Spannung}}{\text{Widerstand}}$$

Das ist das Stromgesetz von Ohm (1789–1854).

Wie für die Längen-, Zeit- und Kraftmessung müssen wir auch hier die Einheiten festlegen.

a) *Die Stromstärke (I).* – Für das Wasser wurde die Menge 1 Liter = $1 \text{ dm}^3 = 5\,000 \text{ Tropfen} = \text{ca. } 3 \text{ Quadrilliunen Wassermoleküle als Einheit angenommen}$. Für die Elektrizität wurde die Ladung 1 Coulomb bestimmt, das sind $6,25 \cdot 10^{18}$ Elektronenladungen.

Die Stromstärke beim Wasser wird gemessen in Liter pro Sekunde oder Sekundenliter, bei der Elektrizität entsprechend Coulomb pro Sekunde oder Sekundencoulomb. Weil diese Messeinheit sehr häufig verwendet wird, bekam sie einen eigenen Namen: Ampere (A). –

b) *Das Gefälle, die Spannung (U).* – Das Gefälle beim Wasser wird durch seinen Druck angegeben, die Einheit ist 1 kp/cm^2 oder 1 at . Bei der Elektrizität hat man festgesetzt, dass die Einheit, 1 Volt (V) genannt, die Spannung einer bestimmten Batterie sein

d'argienviv-cadmium (sia valeta exacta ei 1,01865 Volt).

c) *Resistenza (R)*. – L'unitad della resistenza ei vegnida numnada 1 Ohm (Ω) ed ei aschi gronda sco la resistenza d'in fil d'argienviv de 106 cm lunghezza ed 1 mm² grossezia. La fisica moderna ha autras pusseivladads de statuir exactas unitads.

Sche nus applichein uss las scursanidas, sche secloma la lescha de Ohm sco suonda:

$$I(A) = \frac{U(V)}{R(\Omega)}$$

Tier quella fuormla audan las duas autras transformaziuns:

$$U = I \cdot R \text{ e } R = \frac{U}{I}$$

Fontaunas de current ein p.ex. baterias, besclas de contact, ch'ei colligiadas culla reit de current electric e spisgentada dad'in'ovra electrica. Las fontaunas de current ein scodedir pumpas che mettan en moviment el conduct ils electrons entras lur pressiu (V). Quei current (I) vegn tenius enteifer confins raschuneivels entras la resistenza (R).

Per il schema electric de conduct applichein nus generalmein enzenas usitadas u simbols. Per la mesiraziun della intensitad (I) e della tensiun (U) dat ei Ampermeters A e Voltmeters V.

11.1.3 Diagrams de connexiun. – Igl ampermeter vegn connectaus el circuit electric. Ins numna quei in «in-davos l'auter» u «en seria». In voltmeter vegn adina mess en contact parallelmein culla fontauna de current u cul consumader. Il voltmeter ha ina gronda, igl ampermeter ina pintga resistenza interna. Il diagram de connexiun se presenta aschia:

soll, nämlich die Cadmium-Quecksilber-Batterie (ihr genauer Wert ist 1,01865 Volt).

c) *Widerstand (R)*. – Die Einheit des Widerstandes wurde 1 Ohm (Ω) genannt und ist so gross wie der Widerstand eines Quecksilberfadens von 106 cm Länge und 1 mm² Dicke. Die moderne Physik hat andere Möglichkeiten, genaue Einheiten festzulegen.

Wenn wir nun die Kurzzeichen verwenden, so heisst das Ohm'sche Gesetz:

$$I(A) = \frac{U(V)}{R(\Omega)}$$

Zu dieser Formel gehören die zwei andern Umformungen:

$$U = I \cdot R \text{ und } R = \frac{U}{I}$$

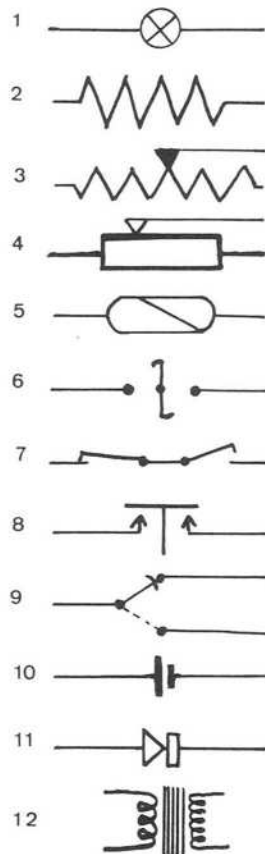
Stromquellen sind z.B. Batterien, Steckdosen, die am Stromnetz angeschlossen sind und welches von einem Elektrizitätswerk gespeist wird. Die Stromquellen sind sozusagen Pumpen, die die Elektronen in der Leitung durch ihren Druck (U) bewegen. Diese Strömung (I) wird durch den Widerstand (R) in Grenzen gehalten.

Für unsere elektrischen Leitungsschemata verwenden wir allgemein geltende Zeichen oder Symbole. Zur Messung der Stromstärke (I) und der Spannung (U) gibt es Amperemeter A und Voltmeter V.

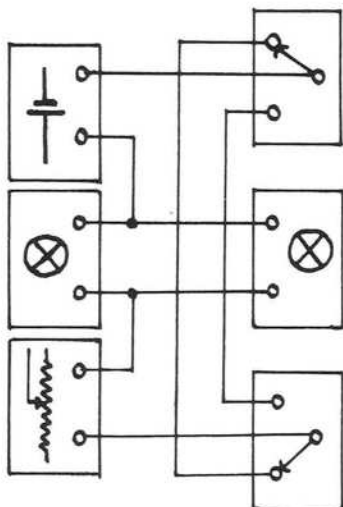
11.1.3 Messschaltung. – Das Amperemeter wird in den Stromkreis geschaltet; man nennt diese Schaltung «hintereinander» oder in «Serie». Das Voltmeter wird immer parallel zur Stromquelle oder zum Verbraucher geschaltet. Das Voltmeter hat einen grossen, das Amperemeter einen kleinen Innenwiderstand. Eine Messschaltung wird so dargestellt:

Segns e simbols

Per designar diagrams e plans de conducts electric fan ins diever de simbols e sempels segns sco per exempel:



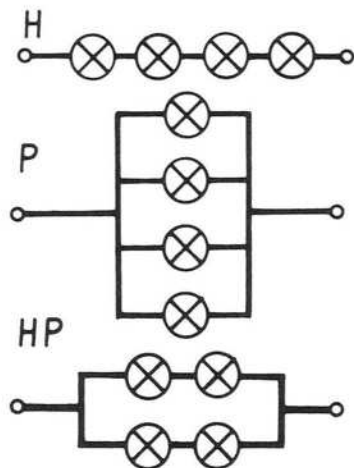
1 lampa, 2 resistenza fixa, 3 resistenza variabla, 4 dito, simbol pli sempel, 5 segironza, 6 clintga rotativa (interruptur), 7 contact de ruas, contact de lavur, 8 contact de nuv, 9 alternader, 10 batteria, 11 ventil, redressader, 12 transformatur.



In fetg clar schema san ins obtener entras in «diagrama blocal». Exempel:

Cun dus alternaders san ins envidar duas lampas da dus lo-ghens anora ed aunc regular la clarezia per mied ded ina resi-stenza variabla.

Mintga conduct electric ha sil-meins ina fontauna de tensiun, in consumader (apparat che drova energia electrica) cun ina resi-stenza correspondent. L'inten-sidad vegn miserada el conduct dil tscherchel serrau, la tensiun en in conduct parallel. Ils consu-maders (p.ex. lampas) san esser combinai en seria (in suenter l'auter H), parallel (in sper l'auter P), u en combinaziun mischeda-da (HP).



11.2 Exempels de quintaziun

11.2.1 Exempel 1. – In pér electric ord la lampa de tastga porta las indicaziuns: 0,2 A; 4 V, vul dir: l'intensidad $I=0,2$ A e la tensiun $U=4$ V. – Con gronda ei la resistenza dil pér?

$$R = \frac{U}{I} = 4 \text{ V} : 0,2 \text{ A} = 20 \text{ Ohm}$$

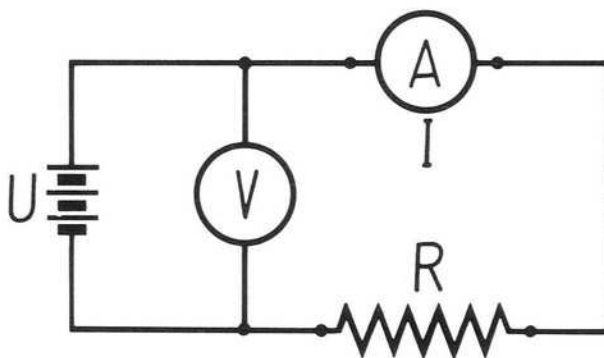
11.2.2 Exempel 2. – Vid in pigniel de Nadal sclarius electricamein ein 55 lampettas connectadas ina davos l'autra. La resistencia ei pia 55·20 Ohm = 1100 Ohm. Tgei tensiun astg'ins sil pli dar al circuit per ch'ei passi buca pli che 0,2 A tras il conduct?

$$U = I \cdot 0,2 \cdot 1100 = 220 \text{ V.}$$

Vid in tal ornament de glischs san ins pia duvvar la normala tensiun de reit. Sch'ina lampetta brischa tras sche sestezzan tut tschellas. Ei dat indrezs automatics tier mintga lam-petta che surpuntan la lampa sch'ell'ei barschada tras.

11.2.3 Exempel 3. – Con gronda fuss l'intensidad sch'ins dess glisch cul conduct electric sulettamein ad ina lampetta de 20 Ohm resistencia.

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220 \text{ V}}{20 \Omega} = 11 \text{ A}$$



11.2 Berechnungsbeispiele

11.2.1 Beispiel 1. – Ein Lämpchen aus der Taschenlampe trägt die Bezeichnung: 0,2 A; 4 V d.h. die Stromstärke $I = 0,2$ A und die Spannung $U = 4$ V. Wie gross ist der Widerstand dieses Lämpchens?

$$R = \frac{U}{I} = \frac{4 \text{ V}}{0,2 \text{ A}} = 20 \text{ Ohm}$$

11.2.2 Beispiel 2. – An einem elektrisch beleuchteten Christbaum sind 55 Lämpchen hintereinander geschaltet. Der Widerstand ist also $55 \times 20 \text{ Ohm} = 1100 \text{ Ohm}$. Welche Spannung darf man höchstens anlegen, damit nicht mehr als 0,2 A fliesse?

$$U = I \cdot R = 0,2 \cdot 1100 = 220 \text{ V.} \text{ – An}$$

einem solchen Lichtschmuck kann man also die normale Netzspannung anlegen. Wenn aber ein Lämpchen durchbrennt, löschen alle andern aus. Es gibt automatische Einrichtungen bei jedem Lämpchen, die die Lampe kurzschliessen, wenn sie durchgebrannt ist.

11.2.3 Beispiel 3. – Wie gross wäre die Stromstärke, wenn man ein einziges Lämpchen von 20 Ohm Widerstand an die Lichtleitung anschalten würde?

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220 \text{ V}}{20 \Omega} = 11 \text{ A}$$

La lampetta ni la segironza, per cass ch'ella fuss sperta avunda, vegness immediat a barschar tras. Ina segironza automatica vegness semplamein a sclauder. Sche l'intensidad survarga la mesira e sa far donn, numnan ins quei cuort-circuit.

11.3 La noziun : energia electrica

Sper la noziun «current electric» ei era la noziun «energia electrica», fetg enconuschenta. L'electricidad sa prestar lavur, pia sto ella sezza esser ina specia d'energia. Ell'electricidad indicheschans ins ordinariamein la grondezia de prestaziun, v. d. la lavur en ina secunda (mira 4.3)

La prestaziun electrica =

$$\frac{\text{Colomb} \cdot \text{tensiun}}{\text{secundas}}$$

correspondend a:

$$\frac{\text{Forza} \cdot \text{via}}{\text{temps}}$$

Sche nus indichein prestaziun cun P prendein per unitad 1 Watt, ed enstagl Coul/sec = Ampere, sche secloma la fuormla per il conduct electric: $P = I \cdot U$ (Watt); leutier era:

$$I = \frac{P}{U}; \quad U = \frac{P}{I}$$

Cunquei che prestaziun ei ton sco lavur en ina secunda, ei lavur la prestaziun ga il temps:

$$W = I \cdot U \cdot t \text{ (Wsec, ni kWh)}$$

11.4 Exempels:

11.4.1 Exempel 1. – Egl exempel cun ils 55 lampets havein nus giu ina intensidad de 220 V. – Con gronda ei la pressiu e con costa il current en 10 uras sch'ei sto vegnir quintau cun 30 cts per ina kWh?

$$\begin{aligned} P &= I \cdot U = 0,20 \text{ A} \cdot 220 \text{ V} = 44 \text{ W} \\ W &= P \cdot t = 44 \text{ W} \cdot 10 \text{ uras} = 440 \text{ Wh} = 0,44 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Das Lämpchen würde bei dieser Stromstärke (11A) sogleich durchbrennen. Eine flinke, automatische Sicherung würde einfach vorher ausschalten. Wenn ein übermässiger Strom fliesst, der Schaden anrichten kann, nennt man dies einen Kurzschluss.

11.3 Energiebegriff der Elektrizität

Neben dem Begriff Elektrischer Strom ist auch der Begriff Elektrische Energie geläufig. Elektrizität kann Arbeit verrichten, also muss sie selber eine Energieart sein. In der Elektrizität gibt man gewöhnlich die Leistungsgrösse an, d.h. die Arbeit in einer Sekunde. (vergl. 4.3)

Die elektrische Leistung =

$$\frac{\text{Coulomb} \cdot \text{Spannung}}{\text{Sekunden}}$$

entsprechend

$$\frac{\text{Kraft} \cdot \text{Weg}}{\text{Sekunden}}$$

Wenn wir Leistung mit P bezeichnen, und für die Einheit 1 Watt annehmen und statt Coul: Sekunden = Ampère setzen, so lautet die Formel für die elektrische Leistung $P = I \cdot U$ (Watt); dazu

$$I = \frac{P}{U}; \quad U = \frac{P}{I}$$

Da Leistung die Arbeit in einer Sekunde bedeutet, ist die Arbeit die Leistung mal die Zeit:

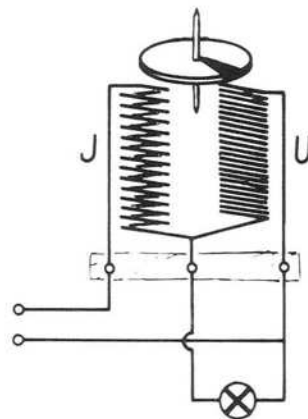
$$W = I \cdot U \cdot t \text{ (Wsec, oder kWh)}$$

11.4 Beispiele:

11.4.1 Beispiel 1. – Im Beispiel mit den 55 Lämpchen hatten wir eine Stromstärke von 0,2 A und eine Spannung von 220 V.

Wie gross ist die Leistung und wieviel kostet der Strom in 10 Stunden, wenn pro kW- Stunde 30 cts berechnet wird?

$$\begin{aligned} P &= I \cdot U = 0,20 \text{ A} \cdot 220 \text{ V} = 44 \text{ W} \\ W &= P \cdot t = 44 \text{ W} \cdot 10 \text{ Std.} = 440 \text{ Wh} = 0,44 \text{ kWh} \end{aligned}$$



Per mesirar directamein l'energia u lavur dil current electric, applicheschans ins in dumbrader. Quel ha dus speuls che effectueschan inschigniusamein ina rotaziun ded ina schibetta. In spiel ha pauca resistenza ed ei connectaus sco igl amperemeter en seria, tschei spiel ha ina gronda resistenza sco il voltmeter ed ei sco lez connectaus parallel. Igl emprem spiel reagescha sin l'intensidad I e tschel sin la tensiun U. La prestaziun secompona de quellas duas grondezias. Il girar della roda vegn transmessa sin rodas de cefras che dumbran las kWh.

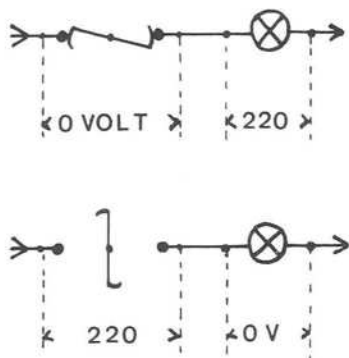
Exempels d'intensidads els apparats de mintgadi: In pér ord la lampa de tastga ha 0,2 A, in pér de 100 W en stiva 0,45 A. Ina pegna electrica de 2000 W vegn caulda cun 9 A, il conduct principal ch'entra en casa ei segiraus giu cun ina segironza de 20–50 A. In radio u apparat de televisiun drova ca 1–2 A.

Exempels de tensiun: Lampa de tastga: 1,5–4,5 V (current continuau), la tensiun normala en casa 220 V (current alternativ), apparats pli gronds 380 V, tensiun d'in conduct transterran el liber 10 000–100 000 V. In radio cun transistors 6–20 V, apparats de tener casa 220 V.

La resistenza ded in pér electric de lampa tascabla ei ca. 10–20 Ohm, il pér electric de casa ha ca. 1000 Ohm, lenn schetg e curom schetg han resistenzas che van els melli. Aua tschuffa u ensalada meina ualti bein l'electricidad, neiv ha bia resistencia.

Sch'ins mesira la resistenza mo cun pouca intensità u tensiun, aschia che il fil della lampa vegn buca cauld, dat ei ina resistenza de mo ca. 100 ohm. Quei fatg deriva da cheu che la resistenza vegn pli gronda cun esser pli caulda.

En in conduct serrau ei la tensiun leu la pli gronda, nua che la resistenza ei pli gronda. Per ina lampa cun interruptur (clintga) dat ei las pusseivladads de tensiun sco suonda:



In interruptur aviarts ei pia pli prigus che in serrau. Denter ses dus pols ei la resistenza infinit gronda e perquei la tensiun maximala de 220 Volt. Denter tiara ed interruptur serrau san ins denton era s'electrisar. Quei vala era per la nusch vita, senza pér electric. Perquei eis ei impurtont de colligiar la crenadira (struba) della lampa cun la tiara.

Supponiu il cap. 11.3 essan nus stgts de far il suandont quen: Ina lampa electrica de 44 W vegn connectada alla reit de 220 V. Con ampere drova ella e tgei resistenza ha quella lampa? – Nus havein las indicaziuns: $U = 220 \text{ V}$; $P = 44 \text{ W}$, e las fuormlas

$$(a) I = \frac{P}{U} \text{ e } (b) P = I \cdot U;$$

Nus transformein

$$(b) I = \frac{P}{U} = \frac{44}{220} = 0,2 \text{ A}$$

$$(a) R = \frac{U}{I} = \frac{220}{0,2} =$$

1100 ohm.

La lavur fa strusch ina kWh e cuosta ca. 15 cts.

11.4.2 Exempel 2. – In pér electric ha l'indicaziun 40 W, 22 V. – Con gronda ei l'intensità e con gronda ei la resistenza?

$$a) U = 22 \text{ V}; P = 40 \text{ W};$$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{40 \text{ W}}{22 \text{ V}} = 1,8 \text{ A}$$

$$b) R = \frac{U}{I} = \frac{22 \text{ V}}{0,18} = 12,2 \text{ Ohm}$$

11.4.3 Exempel 3. – Ina pegna dalla prestaziun $P = 2,2 \text{ kW}$ pretenda $I = 5,75 \text{ A}$. – A tgei tensiun ei la pegna colligiada?

$$U = \frac{P}{I} = \frac{2200 \text{ W}}{5,75 \text{ A}} = 380 \text{ V}$$

11.5 Ils effects dil current electric

Nus vein viu pli baul (7.1) che ils corps consistan ord fetg pintgas particas, ord atoms e molecules. Ins sa intercurrir vinavon ils atoms e vesa lu ch'els consistan ord in nuschehl ed in diember determinau d'electrons. Il nuschehl consista de protons cargai positivamein, ed ils neutrons nuncargai. El stadi normal roteschan entuorn il coc gest tuttina biars electrons sco quei ch'ei exista neutrons. Els circuleschan entuorn il nuschehl in differentas distanzas. Ils electrons exteriurs ein buca fetg stabils, cunzun en metals. Els san palandrar entuorn libramein. Quels electrons suondan tgunschamein ad ina attracziun positiva. Els van en viers il + pol d'ina carga electrica. Cun metter sut ina tensiun vegnan els accelerai ed entaupan cun viagar auters electrons libers, ni levamein ligiai. Quels sorprendan igl impuls e van puspei tochen tiella proxima botscha. Igl ei semeglient ad ina cuorsa de staffettas d'electrons.

Die Arbeit beträgt kaum eine halbe Kilowattstunde und kostet ungefähr 15 cts.

11.4.2 Beispiel 2. – Eine elektrische Birne trägt die Bezeichnung 40 W, 22 V. Wie gross ist die Stromstärke und wie gross der Widerstand?

$$a) U = 22 \text{ V}; P = 40 \text{ W};$$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{40 \text{ W}}{22 \text{ V}} = 1,8 \text{ A}$$

$$b) R = \frac{U}{I} = \frac{22 \text{ V}}{0,18 \text{ A}} = 12,2 \text{ Ohm}$$

11.4.3 Beispiel 3. – Ein Ofen von der Leistung $P = 2,2 \text{ kW}$ erfordert $I = 5,75 \text{ A}$. – An welche Spannung ist er angeschlossen?

$$U = \frac{P}{I} = \frac{2200 \text{ W}}{5,75 \text{ A}} = 380 \text{ V}$$

11.5 Die Wirkungen des elektrischen Stromes

Wir haben früher (Vgl. 7.1) erfahren, dass die Körper aus kleinsten Teilchen, den Atomen und Molekülen bestehen. Man kann die Atome noch weiter untersuchen und findet, dass sie aus einem Kern und einer bestimmten Anzahl Elektronen bestehen. Der Kern besteht aus positiv geladenen Protonen und den ungeladenen Neutronen. Im normalen Zustand kreisen um den Kern ebenso viele Elektronen (negative Teile) als Protonen vorhanden sind. Sie umkreisen den Kern in verschiedenen Entfernungen. Die äussersten Elektronen sind nicht sehr stabil, besonders bei Metallen. Sie können frei umherschweben. Diese Elektronen folgen mit geringer Mühe einer positiven Anziehung. Sie wandern gegen den + Pol einer Ladung. Durch eine angelegte Spannung werden sie beschleunigt und treffen beim Wandern auf andere frei oder schwach gebundenen Elektronen. Diese übernehmen den Impuls (Stoss) und wandern wieder bis zum nächsten Aufprall. Es ist sozusagen ein Staffettenlauf der Elektronen.

11.5.1 Energia calorica dell'elettricità

Mettan ins ina tensiun vid in fildirom de conduct sche semovan ils electrons da pol- tier pol+. Els sestauschan lu (sco sura explicau) encunter auters electrons e molecules. Quels vegnan mess en moviment entras quels impuls. Quei moviment irregular dils molecules ei denton nuot auter che calira (mira 9.5). L'energia electrica sa pia vegnir midada en calira. En conducturs cun gronda resistenza seresulta pli bia energia calorica che en tals cun pintga resistenza. Vul ins pia scaffir en in liug determinau calira, sche drovan ins leu il schinumnu fildirom de resistenza, aschia ella pegna electrica, ella plat  de fiug electrica, el favugn etc. Ils conducts ordeifer igl apparat caloric dueigien denton esser buns conducturs. Il pli savens vegn irom duvrau per quei intent. La calira producida sa esser schi gronda che il fildirom fa burnida, vegn cotschens. Quella burnida cotschna drovan ins el radiatur electric. Ina temperatura de burnida alva barschass e luass il fildirom. Perquei siaran ins il fildirom ardent en ina cuppa de veider senza aria, ni empleina ella cun in gas che impedescha ch'el brischi atras. Oz vegnan ils fils ardents ellas lampas savens remplazzai entras gas.

Era enten producir calira sto la lescha della conservaziun d'energia vegnir realisada. Cun in: scaulda-liquid de 500 W scaldein nus p.ex. aua de 18  sin 68  C, v. d. per 50  C, e nus duvrein leutier 7 minutas.

L'energia calorica ei:
 $Q = 50^\circ \cdot 1000 \text{ g} = 50\,000 \text{ cal.}$

L'energia electrica ei:
 $W = 500 \text{ W} \cdot 7 \cdot 60 \text{ sec} = 210\,000 \text{ W sec.}$

La proporziun ei:
 $Q:W = 50\,000 : 210\,000 = \text{ca. } 0.24 \text{ cal/W sec.}$

Quella proporziun numnan ins igl equivalent electric de calira. Per cal-

11.5.1 Wärmeenergie der Elektrizit 

Legt man eine Spannung an einen Leitungsdraht, so bewegen sich die Elektronen vom Minus-Pol zum Plus-Pol. Sie stossen (wie oben erwähnt) gegen andere Elektronen und Moleküle. Diese Elementarteilchen werden durch den Impuls bewegt. Eine unregelmässige Bewegung der Moleküle ist aber nichts anderes als Wärme. Die elektrische Energie kann somit in Wärmeenergie umgewandelt werden. In Leitern mit grossem Widerstand entsteht mehr Wärmeenergie als in guten Leitern. Will man also an einem bestimmten Ort Wärme erzeugen, so verwendet man dort sog. Widerstandsdraht, so im elektrischen Ofen, im Kochherd, im Föhn usw. Die Zuleitungen sollen jedoch sehr gute Leiter sein. Am meisten wird dazu Kupfer verwendet. Die erzeugte Wärme kann so gross sein, dass der Draht zum Glühen kommt. Diese Rotglut verwendet man im Strahler-Ofen. Bei Weissglut würde der Draht verglühen oder schmelzen. Deshalb schliesst man den Glühdraht in einen luftleer gepumpten Glaskolben ein oder f llt ihn mit einem Gas, das die Verbrennung verhindert. Heute werden die Glühdrähte in den elektrischen Lampen oft durch glühende Gase ersetzt.

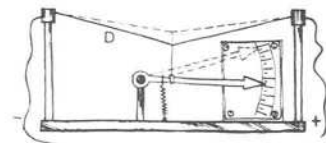
Bei der Erzeugung von Wärme muss das Gesetz von der Erhaltung der Energie gewahrt bleiben. Mit einem Tauchsieder von 500 W erwärmen wir z.B. 1 Liter Wasser von 18  auf 68  C, d.h. um 50  und brauchen dafür 7 Minuten.

Die Wärmeenergie ist:
 $Q = 50^\circ \cdot 1000 \text{ g} = 50\,000 \text{ cal}$

Die el. Energie:
 $W = 500 \text{ W} \cdot 7 \cdot 60 \text{ sec} = 210\,000 \text{ Wsec.}$

Das Verhältnis:
 $Q:W = 50\,000 : 210\,000 = \text{ca. } 0.24 \text{ cal/Wsec.}$

Dieses Verhältnis nennt man das Wärmeäquivalent der Elektrizit . Zur

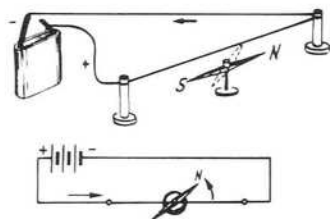


Il dessegn muossa la funcziun ded in apparat de miserar il current electric. Pli gronda energia che va atras il fildirom e pli caulds ch'el daventa. Cun la calira vegn el pli liungs e quei vegn indicau cun in indisch ed ina scala. Quei apparat vegn buca applicaus savens. Il bia han ils apparats de miseraziun in sistem magnetic. L'electricit  ch'ins drova, va atras in spiel cun nuscheigl de fier. Quel tila in fier u stauscha naven el ed ord quella deviazion selai eruir l'intensit  u la tensiun.

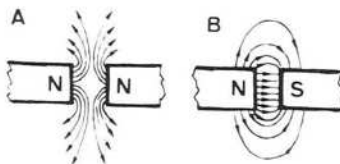
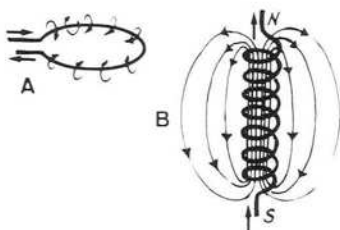
Ella fuormla $Q = I \cdot U \cdot t \cdot 0.24$ cal san ins remplazzar la tensiun U entras l'intensit  I e la resistenza R , $U = I \cdot R$, pia $Q = I \cdot I \cdot R \cdot 0.24$ cal e finalmein $Q = I^2 \cdot R \cdot 0.24$ cal. Quei vul dir: la calira ei proporziunala al quadrat della intensit  ed alla tensiun. Sch'ins senta cauld vid in apparat leu nua ch'ei duess buca esser, u era vid ina corda electrica, vid ina spina de contact, interruptur u connectader, ei quei ina enzenza ch'in contact seigi memia lucs ed hagi cheutras ina gronda resistenza. Quei sa era schabegiar en ina corda flexibla cun biars fildiroms satels ch'ei isai atras tochen sin in sulet.

Sco dapertut nua ch'ei vegn transformau ina energia en energia calorica, eis ei buca pusseivel de reducir anavos tut il cauld ella energia primara. Ins di che l'energia calorica seigi buca totalmein reversibla.

Ina guila magnetica sper in current electric vegn ord liug. In circuit electric en funcziun ha pia entuorn el in camp magnetic. Midan ins ils pols della batteria sche semeina la guila da tschei maun.



- A. Ina slingia de fildiom muossa dad in maun in pol sid e da l'auter in pol nord.
B. Cun zugliar plirs turs de fildiom vegn igl effect dil camp magnetic pli gronds.



Las lingias dil camp magnetic ein reparti differentamein denter eguals pols (A) e denter different pols (B). A muossa ina repulsiun, B ina attracziun.

cular la calira ord l'energia electrica survescha la fuormla:

$$Q = U \cdot J \cdot t \cdot 0,24 \text{ cal.}$$

Igl ei pia:

$$1 \text{ Watt} = 0,24 \text{ cal/sec;}$$

$$1 \text{ cal/sec} = 4,2 \text{ W.}$$

$$1 \text{ kW} = 860 \text{ kcal/ura;}$$

$$1 \text{ kcal/ura} = 1,16 \text{ W.}$$

11.5.2 Igl effect magnetic

Nus zugliein in fildiom isolau entuorn in toc fier, p.ex. entuorn ina grossa guota. Mettein nus las fins vid ina batteria, sche vegn il fier magnetisau; el attrai outra tocca de fier. Ei il nushegl de fier in itschal special, sche resta in ton della forza magnetica anavos era sche il circuit de current ei claus. Ins differenziescha pia magnets permanents ed electromagnetics (magnets de fier lom). La forza magnetica semuossa dad omisduas varts dil fier, mo buc en siu miez. In magnet de fuorma fier-cavagl ha pli gronda forza, perquei che omisduas pols train vid il medem giufier. La forza magnetica vegn conduida atras il fier mess encunter, ferton che tier ina barra grada de fier serasan las forzas magneticas, era numnadas lingias de forza, tras il spazi. Cun duas barras magneticas san ins mussar che las duas fins (pols) secuntegnan en moda differenta. Dus pols repulseschan mintgamai in l'auter. Vulvein nus ina barra sche s'attrain dus pols. Pendein nus duas guotas culs pézs fetg datier in da l'auter vid in pol, sche van las duas parts inferiuras dapart, ellas stauschan naven ina l'autra. Cunquei che omisduas guotas ston haver il medem pol sche savein nus ussa: Medems pols repulseschan in l'auter, inaduals attrain in l'auter. Peindein nus ina barra magnetica enamiez vid in fil sche sevolva el e stat alla fin eri ella direcziun nordsid. Il medem muossa a nus era la guila de compass. La tiara ei numnadamain in grond magnet ed influenzescha il magnet ni la guila. Il pol che muossa enviers nord numnan ins: pol dil nord magnetic, e corri-

Berechnung der Wärmemenge aus der elektrischen Energie dient die Formel:

$$Q = U \cdot J \cdot t \cdot 0,24 \text{ cal.}$$

Es ist also:

$$1 \text{ Watt} = 0,24 \text{ cal/sec;}$$

$$1 \text{ cal/sec} = 4,2 \text{ W}$$

$$1 \text{ kW} = 860 \text{ kcal/Stunde;}$$

$$1 \text{ kcal/Stunde} = 1,16 \text{ W}$$

11.5.2 Die magnetische Wirkung

Wir wickeln einen isolierten Kupferdraht um ein Stück Eisen, z.B. um einen dicken Nagel. Schalten wir die Enden an eine Batterie, so wird das Eisen magnetisch, es zieht andere Eisenstücke an. Ist der Kern ein besonderer Stahl, so bleibt ein Teil der magnetischen Kraft zurück, auch wenn der Stromkreis unterbrochen ist. Man unterscheidet also Dauermagnete (permanente) und Elektromagnete (Weicheisenmagnete). Die magnetische Kraft zeigt sich an beiden Enden des Eisenstabes, aber nicht in der Mitte. Ein hufeisenförmiger Magnet hat grössere Kraft, weil beide Pole am gleichen Stück Eisen ziehen und die magnetische Kraft durch das angelegte Eisen geleitet wird, während beim stabförmigen die magnetischen Kräfte (auch Kraftlinien genannt) sich im Raume zerstreuen. Mit zwei Stab-Magneten lässt sich zeigen, dass die beiden Enden (Pole) sich verschieden verhalten. Je zwei Pole stossen sich ab. Kehren wir den einen Stab um, so ziehen sich die beiden an. Hängen wir zwei Nägel mit der Spitze dicht nebeneinander an einen Pol, so gehen die unteren Enden der Nägel auseinander, sie stossen sich ab. Da beide Nägel den gleichen Pol aufweisen müssen, so wissen wir nun: Gleiche Pole stossen einander ab, ungleiche ziehen einander an. Hängen wir einen Magnetstab an einen Faden in der Mitte auf, so dreht er sich und ruht zuletzt in der Nord-Südrichtung. Das gleiche zeigt uns auch eine Kompass-Nadel. Auch die Erde ist ein grosser Magnet und beeinflusst den Stabmagneten oder die Nadel. Der nach Norden weisen-

spudentamein la fin che mira encunter sid: pol dil sid magnetic.

Il pol nord della tiara ei pia in pol magnetic sid, e cuntrari. Igl intschess enten il qual las forzas magneticas sefan valer, numnein nus «il camp magnetic». Enteifer quei camp vegnan tuttas las parts de fier influenzadas magneticamein, v.d. ellas damentan era magnetisadas. In toc fier lom che tucca in pol magnetic ei sez fetg ferm magnetisau ed attrai sez parts de fier. El daventa sez in magnet entras influenza magnetica. Ina barra d'itschal che vegn furschada vid in magnet mantegn ina part della forza era suenter allontanar il magnet original. Rumpen ins ina guila magnetisada en dus tocs, sche muossan omisduas parts las medemas forzas magneticas, mo empau pli fleivlas. Cun mintga partizun se formescha adina puspei in schinum nau dipol (dubel pol). Il fisicist Ampère (1775–1836) ha supponiu che quei sparter selaschi continuar tochen als pli pigns partichels tochen a magnets elementars ils quals nus numnein oz atoms. Quels magnets elementars existan era el fier lom; els ein denton disordinai. Els vegnan ordinai pér entras influenza d'in camp magnetic, v.d. tuts ils elements magnetics setschentan en medema direcziun, de maniera che la summa de lur forzas seneutralisa buc egl intern, mobein sefa valer veseivla-mein anoviars. Tiel fier lom sballuna quei uorden puspei; tier certas species d'itschal resta quei uorden sil-meins per part. Oz savein nus che l'influenza magnetica parta dalla orbita dils electrons. Sche quellas vias circuitalas ein ordinadas, v.d. statan sil medem plaun, sefa la forza magnetica valer anoviars.

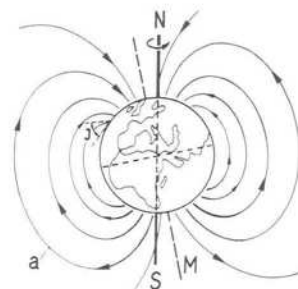
11.5.3 L'inducziun electrica

Nus zugliein in fildirom isolau entuorn ina rolla de cartun e catschein viaden el cilinder caviertg ina barra magnetica tochen enamiez. Cun

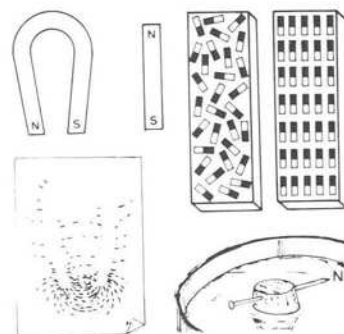
de Pol nennt man den magnetischen Nordpol, den nach Süden weisenden Südpol. Der Nordpol der Erde ist also ein magnetischer Südpol und umgekehrt. Den Bereich, in welchem sich die magnetischen Kräfte bemerkbar machen, nennen wir das Magnetische Feld. In diesem Feld werden alle Eisenteile magnetisch beeinflusst, d.h. sie werden auch magnetisch. Ein Stück Weicheisen, das einen magnetischen Pol berührt, wird selber besonders stark magnetisch und zieht selber Eisenteile an; es wird selber zum Magneten durch Influenz. Ein Stahlstab, der an einen andern starken Stabmagneten gerieben wird, behält einen Teil der Kraft auch nach der Entfernung vom Urmagneten. Bricht man eine magnetisch gemachte Nadel entzwei, so zeigen beide Teile die gleichen magnetischen Kräfte, nur etwas schwächer. Es entsteht bie wiederholter Teilung immer wieder ein sog. Dipol (Zweipol.) Der Physiker Ampère (1775–1836) hat angenommen, dass diese Teilung sich fortsetzen lässt bis zu kleinsten Teilen, bis zu den Elementarmagneten, wir sagen heute Atomen. Diese Elementarmagnete sind auch beim Weicheisen vorhanden, sie sind aber ungeordnet. Sie werden erst durch Einwirkung eines Magnetfeldes geordnet, d.h., alle Elementarmagnete stellen sich in gleicher Richtung ein, so dass die Summe ihrer Kräfte nicht im Innern aufgehoben wird, sondern nach aussen sich bemerkbar macht. Beim Weicheisen fällt diese Ordnung wieder auseinander, bei Stahlarten bleibt die Ordnung wenigstens zum Teil bestehen. Heute wissen wir, dass die magnetische Wirkung von den Elektronenbahnen ausgehen. Wenn diese Bahnen geordnet sind, d.h. in der gleichen Ebene verlaufen, stellt sich nach Aussen die magnetische Kraft ein.

11.5.3 Die elektrische Induktion

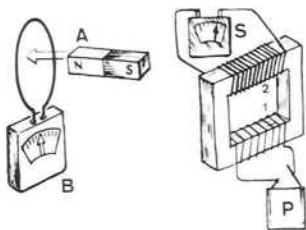
Wir wickeln einen isolierten Draht um eine Kartonrolle und stecken in den Hohlzylinder einen Stabmagneten bis zur Hälfte. Beim Anschliessen



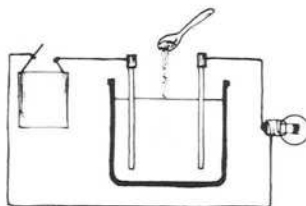
La tiara sezza ei sco ina calamita culs dus pols che s'accordan buca dil tut cun ils pols geografics. Las lingias magneticas sortan era buca gest ord il pol mobein per part dasperas (a). Els van en in grond artg entuorn la tiara. Il pol magnetic (M) fuorma in cert anghel cun il pol terrestre. Quei anghel semida enteifer tschentanners.



Teoria dil magnetissem tenor Ampère: En in fier lom ein ils magnets elementars en disuorden. Entras la forza magnetica ded in auter magnet u ded in electromagnet vegnan ils magnets elementars ordinai. «Uniun dat forza» san ins era dir tier il magnet. Bials experiments san ins far cun gliemadira (puorla de fier) sin in pupi u ina platta de veider. Cun ina calamita van ins sut la platta en ed emprova de far figuras che indicheschon las lingias magneticas. – In compass improvisechan ins da tala maniera: ina guila d'itschal vegn magnetisada e stuschada atras in stapun u tschep de lenn. Tschentaus ell'aua semeina la guila ella direcziun N–S.



Igl effect dil current inductiv vegn affirmaus cun il suandont experiment: In rudi u meglier biars rudials spirals de fildirom isolau vegnan connectai cun in sensibel galvanometer (B), quei ei in aparat sco in amperemeter, mo senza la scala graduada. Cura che nus avischinein u allontanein in pol magnetic (A) al spiel, muossa igl indisch dil galvanometer ina deviazion che atesta in current electric. Il camp magnetic san ins era schaffir cun in spiel ed ina batteria (P). Sur il medem nus schegl de fier zuglian ins in secund spiel e quel muenta il galvanometer (S), denton mo el mument ch'ins clauda u sclauda igl current.



Duas electrodas ein sfunsadas en aua. Ellas vegnan connectadas cun ina batteria de ca. 4,5 V. El circuit mettein nus in pèr pign electric u in galvanometer. Sche l'aua era schubra, per exempel aua de neiv, muossa igl indicader (lampa u galvanometer) negin current. Ussa mettein nus in tec sal de cuschina, u sulfat d'iom, u sal de salmiac, u in tec acid de sulfur ell'aua. La lampa arda in tec, il galvanometer indichescha in current. El cap. 11.6.1 vegn explicau co ins sa gudignar electricitad cun schar sligiar si substanzas en gl'electrolit. In sensibel galvanometer semova perfin sch'ins catscha ina quota de fier ed in toc fildirom ded irom en in meil u en ina oranscha ed empunescha quellas electrodas cun igl indicader.

connectar ina batteria vid il fildirom vegn il magnet tratgs neuaden dil tut u stuschaus viado, secund la direcziun dil current electric. Il current presta pia lavur.

Tier in auter experiment schein nus la barra el caviertg dil cilind, mettein enstagl della batteria in indicader de current, il meglier in milliamper-meter, e targein neuadora il magnet cun maun. Igl instrument indichescha in current. Nus midein in suenter l'auter la disposiziun digl experiment enten midar il diember della giradas de spiel enten menar vi e neu il spiel enstagl dil magnet, enten ingrondir e pitschnir la forza de tensiun, ed enten brattar in magnet permanent entras il electromagnet. Aschia vegin nus allas suandontas enconuschientschas sur de quei current che nus lein numnar current d'inducziun:

1. In current d'inducziun sefuorma sut suandontas condiziuns:
a) Ei sto exister in camp magnetic.

b) En quei camp sto sesanflar in circuit claus.

c) En quei camp sto succeder enzaco ina midada.

Resumau en ina construcziun: In current d'inducziun daventa en in circuit claus, che sesanfla en in camp magnetic che semida.

2. La direcziun semida cun mintga midada dil moviment, dils pols, semeglientamein cun clauder e sclauder il current excitont.

3. La direcziun dil current ei adina aschia ch'el ei adattaus d'impedir sia causa (Semeglientamein effectuescha l'acceleraziun ded ina massa ina forza che vul ual impedir l'acceleraziun. Pareglia la lescha dell'inerzia 2.4).

11.6 La produczion dil current electric – Las fontaunas de current

Il current d'aua cula, sche dus recipients de different nivel ein colligiai in cun l'auter. L'energia potenziala cuora dal recipient pli ault el pli bass. L'energia potenziala vegn

an eine Batterie wird der Magnet ganz hineingezogen oder hinausgestossen, je nach der Richtung des elektrischen Stromes. Der Strom verrichtet also Arbeit.

Beim nächsten Versuch lassen wir den Stab im Hohlzylinder liegen, schalten an Stelle der Batterie einen Stromanzeiger an, am besten einen Milliampère-Meter und ziehen den Stab von Hand heraus. Das Instrument zeigt einen Strom an. Wir ändern nacheinander die Anordnung des Experiments, indem wir die Windungszahlen der Spule ändern, statt des Stabes, die Spule hin und her bewegen, indem wir die Stromstärke durch Spannungsänderung vergrößern und verkleinern, und indem wir den Dauermagneten durch einen Elektromagneten umtauschen. So kommen wir zu folgenden Erkenntnissen über den Strom, den wir Induktionsstrom nennen wollen:

1. Ein Induktionsstrom entsteht unter folgenden Bedingungen:

a) Es muss ein magnetisches Feld vorhanden sein.

b) In diesem Feld muss sich ein geschlossener Kreis befinden.

c) Es muss irgend eine Veränderung stattfinden.

In einem Satz zusammengefasst: Ein Induktionsstrom entsteht in einem geschlossenen Stromkreis, der sich in einem sich ändernden Magnetfeld befindet.

2. Die Stromrichtung ändert sich bei jeder Änderung der Bewegung oder beim Wechsel der Pole, ebenso beim Ein- und Ausschalten des Erregerstromes.

3. Die Richtung des Stromes ist immer so, dass er geeignet ist, seine Ursache zu verhindern. (Ähnlich tritt bei der Beschleunigung eine Kraft auf, die die Beschleunigung hemmt. — Vergl. das Trägheitsgesetz 2.4).

11.6 Die Stromerzeugung – Die Stromquellen

Ein Wasserstrom fliesst, wenn zwei Wassergefäße mit verschiedenem Niveau verbunden werden. Das Wasser fliesst vom höheren zum niedrigeren Niveau. Die potentielle Ener-

aschia midada en energia chinetica; ei vegn buca scaffiu nova energia, l'aua vegn cheutras buca consumada. Era ell'electricitad ei produczion de current buca produczion d'electrons. Ils electrons culan, medamein dal purtader de tensiun aulta tiel purtader de tensiun bassa; ils electrons vegnan leutier buca disfatgs, mo lur energia vegn transformada en energia chinetica.

Tehnicamein dat ei pliras modas de producir tensiuns. Ins sa era numnar la produczion: separaziun de cargas electronicas, demai che electrons vegnan accumulai en in tgierp sin cuost de l'auter.

11.6.1 La produczion chemica dil potenzial (della tensiun)

Igl ei in factum che metals ell'aua, en acids ed auters mieds de sligiazion sesligian e surdattan enaquella carga positiva al liquid. Il mied dissolvent, numnaus electrolit, vegn en paregliazion cul metal cargaus positivamein. Pli ferma che la decomposiziun, ton pli gronda la tensiun denter omisdus. Sfunsein nus dus differents glietets, numnai electrodas, ella soluziun, sche ei l'electroda che vegn attaccada pli fetg era pli fetg negativa che l'autra che fors gnanc sesligia. Ina electroda daventa negativa en relaziun cun l'autra. Sco exempel pernein nus zinc e grafit (p.ex. la patrona de zinc d'ina batteria secca ed ina mina de rispli). Sfunzada en ina soluziun, vegn l'electroda de zinc, che sesligia pli fetg, negativa enviers l'electroda de grafit, il qual ei resistents. Sedissolvend piarda zinc carga positiva. Empuneschan ins las duas electrodas cun in fildirom, sche cula in current d'electrons dal zinc al grafit. Ei il fildirom de colligiazion satels avunda, sche vegn el cotschens. Las batterias ordinarias per lampas de tastga e per apparats de transistors ein construi de tala maniera.

Ei dat batterias tier las qualas la dissoluziun chemica sa vegnir restaurada cun tarmetter anen il current.

gie wird dabei in kinetische umgewandelt; es wird keine Energie geschaffen, das Wasser wird dabei nicht verbraucht. Die Elektronen fliessen ebenfalls vom Träger höherer Spannung zum Träger der niederen; die Elektronen werden dabei nicht vernichtet, sondern nur ihre Bewegungsenergie wird umgewandelt.

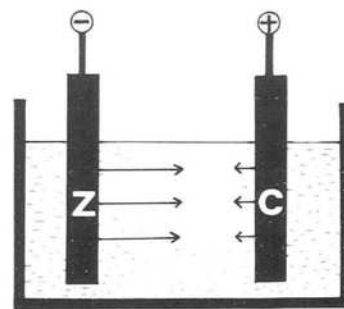
Technisch gibt es mehrere Arten, Spannungen zu erzeugen. Man kann die Erzeugung auch als Trennung elektrischer Ladungen bezeichnen, weil Elektronen auf Kosten des einen Körpers im andern Körper angehäuft werden.

11.6.1 Die chemische Erzeugung des Potentials

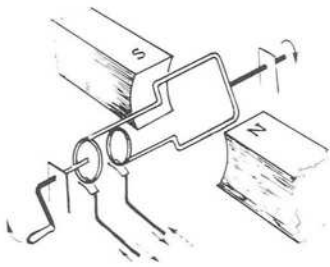
Es ist Tatsache, dass Metalle sich in Wasser, Säuren oder andern Lösungsmitteln auflösen und dabei positive Ladungen an die Flüssigkeit abgeben. Das Lösungsmittel, Elektrolyt genannt, wird im Vergleich zum Metall positiv geladen. Je stärker die Zersetzung ist, desto grösser die Spannung zwischen beiden. Tauchen wir nun zwei verschiedene Stäbe, Elektroden genannt, in die Lösung, so ist der Stab, der stärker angegriffen wird, negativer als der andere, der sich vielleicht kaum löst. Dadurch wird die eine Elektrode negativ im Vergleich zu der andern. Als Beispiel nehmen wir Zink und Graphit (z. B. eine Bleistiftmine). In Salmiaklösung eingetaucht, wird der Zinkstab, der sich mehr löst, negativ zum Kohlestab, welcher widerstandsfähig ist. Zink verliert bei Auflösung positive Ladungen, hat also zu viele Elektronen. Kohle hat sehr wenig positive Ladungen verloren. Verbindet man beide Elektroden mit einem Draht, so fliesst ein Elektronenstrom vom Zink zur Kohle. Ist der Verbindungsdraht dünn genug, so glüht er. Die gewöhnlichen Batterien für Taschenlampen und Transistorgeräte sind so gebaut.

Es gibt Batterien, bei denen die chemische Auflösung wieder rückgängig gemacht werden kann, indem man elektrischen Strom hinein-

Produczion d'energia electrica entras decomposiziun chemica: En ina soluziun de salmiac (NH_4Cl Chlorid d'ammonium) vegn zinc (Zn) sligiaus si. Ils atoms de Zn van ora el liquid e prendan lur carga positiva d'electricitad cun els. Aschia retscheiva il liquid carga positiva ed il zinc metallic piarda tala. Relativamein culla soluziun de salmiac ei il metal negativs. In glietstet de grafit (C) sesligia fetg pauc el medem liquid, numnaus electrolit. El daventa pia meins negativ. Perquei ei C visavi Zn positivs. Il zinc ei pia cargaus pli fetg cun electrons che il grafit. Empuneschan ins omisdus glietets (numnai electrodas) cun in pér electric, sche dat ei in current electric che fa arder il pér. Cura ch'il zinc ei consumaus (sligiaus si) dil tut, cala il current. Ei dat pliras autras combinaziuns de metals e liquids per construir batterias, numnai elements galvanics. Ils accumuladers cuntengnan substanzas ch'ins sa regenerar, quei vul dir, cargar cun electricitad, cura ch'els ein vegni duvrai.



Ellas batterias «schetgas» ch'ins drova per radios ed auters apparats electricis, ei l'electroda de zinc fatga en fuorma ded in vischi rodund. En quel ei ina pasta humida da NH_4Cl che circumdescha l'electroda de grafit. In sulet element Zn-C ha ina tensiun de 1,5 V. Il bia applicheschan ins ina combinaziun (batteria) de 2 u 3 elements che datan 3 u 4,5 V.



Ils dinamos u generaturs ella tecnica han per rotor in nuschegl de fier lom de fuorma complicada. Sin quel ein zugliai plirs speuls tenor differents sistems. Il camp magnetic vegn buca producius cun magnets permanents, mo-bein cun electromagnets de gronda forza. Per alimentar quels elecromagnets drovan ins ual ina part della electricitad che vegn producida dal dinamo.

Aschia san ins puspei cargar ils accumulaturs de plum e nichel.

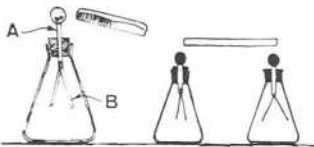
11.6.2 Producciun mehanica dil current cun agid d'inducziun

Sco quei che nus vein viu seforme-scha il current inductiv en in conductur claus, sch'el sesanfla en in camp magnetic alternont. In indrez tehnic per producir aschia current numnan ins generatur u dinamo. In spiel de fildirom cun nuschegl de fier vegn girus entras energia mehanica denter dus pols. La pressa d'energia dalla part gironta pretenda in indrez ch'ins numna collectur. Las duas fins dil spiel vegnan menadas vid duas rudialas ch'ei colligiadas cul rotur. Vid quellas duas rudialas mettan ins en fuorma de contacts fricziunals dus schinumai barschuns de material conductibel. Cun quei ch'il spiel giront mida enteifer ina girada duas gadas la direenziun, seresulta in current alternativ. Quel sa vegnir redressaus entras in collectur construius sco commutatur. Per redressar currents alternativs dat ei oz megliers indrezs electronics (pareglia: 12.5.1).

schickt. So werden Blei- oder Eisen-Akkumulatoren gebaut.

11.6.2 Mechanische Erzeugung des Stromes mittels Induktion

Wie wir gesehen haben, entsteht ein Induktionsstrom in einem geschlossenen Leiter, wenn er sich in einem magnetischen Wechselfeld befindet. Eine technische Einrichtung um so Strom zu erzeugen, nennt man Generator oder Dynamo. Eine Drahtspule mit Eisenkern wird durch mechanische Energie zwischen zwei Magnetpolen gedreht. Die Stromabnahme beim rotierenden Teil verlangt eine Einrichtung, die man Kollektor nennt. Die zwei Spulenden werden an zwei Scheiben geführt, die mit dem Rotor verbunden sind. An diese zwei Scheiben legt man als Schleifkontakte zwei sog. Bürsten aus leitendem Material. Da die rotierende Spule innerhalb einer Umdrehung zweimal die Richtung ändert, entsteht ein Wechselstrom. Dieser kann durch einen Kollektor, der als Kommutator ausgeführt ist, gleichgerichtet werden. Für die Gleichrichtung gibt es heute bessere elektronische Ausführungen.



Il filosof grec Thales ha constatau gia 600 onns a. C. ina remarcabla qualitat dil succin, ina rascha indirida melna. Sch'ins fruscha il succin cun launa, attila el levas plemas, pupials e fils. Il plaid grec per succin ei «electron». Da quei plaid deriva l'expressiun electric etc. La medema forza san ins reproducir cun in petgen u cun substanzas modernas de plastic.

11.6.3 L'electricitad de fricziun

Ils electrons libers sesanflan era alla surfatscha dil corp. Frotteschan ins in object cun in auter, sche sa magari in tgiert sdrappar naven da tschel ils electrons. Quei tgiert poseda lu in surpli d'electrons, ei pia cargaus negativamein, ferton che l'auter tgiert ha meins electrons, ed ei perquei cargaus positivamein. Ei il tgiert cargaus cun in conductur, sche culan ils electrons ladinamein sur la tiara ni sur auters corps anavos. Perquei reusseschan experiments culla electricitad de fricziun il meglier cun agid de isolaturs. In petgen u stilograf de materia sintetica sa tgunschamein vegnir cargaus cun furschar. El attrai tocca de pupials etc. Sco tier il magnet attraian ineguals pols in l'auter. Ferton ch'ins sa buca haver dapersei in singul pol magnetic, selai la cargada electrica sparter.

11.6.3 Die Reibungselektrizität

Die freien Elektronen befinden sich auch an der Oberfläche der Körper. Reibt man einen Gegenstand mit einem andern, so ist es in bestimmten Fällen so, dass der eine Körper dem andern die Elektronen entreisst. Der eine besitzt dann einen Überschuss an Elektronen, ist also negativ geladen, während der andere Körper einen Mangel an Elektronen aufweist und deshalb positiv geladen ist. Ist der geladene Körper ein Leiter, so fließen die Elektronen gleich wieder über die Erde oder über andere Körper zurück. Deshalb gelingen Experimente mit der Reibungselektrizität am besten mit Isolatoren. Ein Haarkamm oder ein Schreibstift aus Kunststoff kann durch Reibung leicht elektrisch geladen werden. Er zieht Papierschnitzel und dergleichen an. Wie beim Magneten ziehen ungleiche elektrische Pole einander an und gleiche



Ils suandonts experiments ein tgunsch de far. In scolar stat sin in suttapei isolau, sin in teppi schetg ni sin in plantschiu de material sintetic. Savens ein gia sufficientes calzers schetgs cun ina sola de material sintetic. Il scolar isolau tegn denter sia detta engiuviars duas levas sdremas de pupi de ca 10 cm lunghezia, mess ademplant ina encunter l'otra. In secund scolar scultrescha ils cavels digl emprem cun agid d'in petgen de material sintetic, e quei senza tuccar en il conscolar. Las duas sdremas de pupli el maun stendiu sestendan ina da l'otra e muossan aschia ch'il scolar ei cargaus cun electricitad. Tucca il scolar ch'ei cargaus cun tschei maun in object, in object-conduider, ni era mo in conscolar ch'ei a tiara, stezza il cargament electric. Las sdremas de pupi dattan puspei ensemen. Pareglian ins «l'electricitad de petgen» cun quella de batteria, sche result'ei ch'il petgen fuva cargaus negativamein. El ha retratg dal scolar electrons, ton che quel era staus cargaus positivamein. Passa il scolar sin in plantschiu buca isolau, sche cula enten el in current electric. La munconza d'electrons tiel scolar s'ulivescha puspei, electrons cuoran dalla tiara al scolar.

L'electricitad entras fricziuns ha aulta tensiun de plirs melli volts, denton extrem pintga intensitad. Talas tensiuns lain scappar ils electrons ell'aria humida cun tuns de sbrenzlas u sedescargan tuttenina cun in sliep enten sursegliar il tschancun ded aria. La difficultad d'isoliar talmiein grondas tensiuns, impede-schan in'explo-taziun practica de questas energias.

Era l'electricitad d'urezis seforme-scha entras fricziuns, e quei entras il vent che sufla ensuviars e streha ils daguots de plievigia. La brastga elec-

stossen einander ab. Während man aber beim Magneten die Pole nicht einzeln oder getrennt haben kann, lässt sich die elektrische Ladung trennen.

Folgendes Experiment ist leicht auszuführen. Ein Schüler steht auf einer isolierten Unterlage, auf einem trockenen Teppich oder auf einem Kunststoffboden. Oft genügen schon trockene Schuhe mit einer Sohle aus Kunststoff. Der isolierte Schüler hält zwei flach aneinander gelegte, leichte Papierstreifen von ca. 10 cm Länge zwischen den Fingern nach unten. Ein zweiter Schüler kämmt das Haar des Mitschülers mittels eines Kunststoffkammes, ohne ihn sonst zu berühren. Die zwei Papierstreifen in der ausgestreckten Hand stossen sich ab und zeigen damit, dass der Schüler elektrisch geladen ist. Berührt der geladene Schüler mit der anderen Hand einen leitenden Gegenstand oder auch nur einen Mitschüler, der «geerdet» ist, so erlischt die Ladung. Die Papierstreifen fallen wieder zusammen. Vergleicht man die «Kamm-Elektrizität» mit derjenigen einer Batterie, so ergibt sich, dass der Kamm negativ geladen war. Er hat dem Schüler Elektronen ent-rissen, so dass dieser positiv geladen war. Tritt der Schüler auf einen nicht isolierten Boden, so fliesst in ihm ein elektrischer Strom. Der Elektronenmangel des Schülers gleicht sich wieder aus, es fliessen Elektronen von der Erde zum Schüler.

Bei der Reibungselektrizität handelt es sich um sehr grosse Spannungen von einigen tausend Volt, aber um äusserst geringe Stromstärken. So grosse Spannungen lassen die Elektronen oft unter Knistern durch die feuchte Luft entweichen, oder sie entladen sich plötzlich mit einem Knall, indem sie die Luftstrecke überbrücken. Die Schwierigkeit, so grosse Spannungen zu isolieren, verhindert eine praktische Ausnützung dieser Energien.

Auch die Gewitterelektrizität entsteht durch Reibung, nämlich dadurch, dass der heraufströmende Wind die Wassertropfen bestreicht.

Observaziuns davart l'electricitad de fricziun

Ultra dil glas e la rascha petrificada «electron» (ambra melna, u succin) dat ei ozildi numerusas substanzas ch'ei adattadas per producir electricitad de fricziun: tuttas materias de plastic, cozzas, teppis, mappas, monis de stilografs, feltrigrafs, culigrafs, lingialas, scatlas, cassetas de plastic, plattas grammofonicas etc. Tuttas quellas materias se-lain cargar tgunschamein cun electricitad statica, ins sto mo sguschar u furschar ellas. Sch'ins schubregia tals objects, p.ex. ina lenta cun in piez schetg, attilan quels fetg bugen puorla fina e grossa. Per la platta de grammofon dat ei in piez «antistatic». La platta sa numnadamein esser aschi fetg cargada ch'ella sbralla (dat schlops) egl aultplidader muort las brastgas nunvesevilas de scargada electrica. Usitai ein era indrezs cun in liquid che impedescha il secargar. Gronds disturbis el radio vegnan magari effectuai entras ina curegia de transmissiun ch'ei unschida cun rascha adhesiva, gie perfin il serrar ed arver ina scaffa po disturbar. Malemperneivels ein plantschius cun certs teppis u cun cuvridas che cargan la persuna staticamein ad in'aula tensiun, sch'ella «calzarescha» surenvi. Sco che la persuna tucca en in tgierp conduider, p.ex. la spina d'aua u la falla digl esch, senta ella ina piztgada sco ded ina spina gita. En laboratoris u localitads cun materials explosivs, surtut gas, po quella brastga esser sufficiencia per caschunar ina explosiun.

In auter experiment:

Sin ina mappa de plastic tschen-tada sin meisa mettein nus ina sdrema pupi fetg satel e lev (pupi per far copias culla maschina de scriver). Lu furschein nus cun ina lumpa fina u cun in fazolet schuber e schetg sur omisdus vi e neu in pèr gadas. Ussa, cun agid ded omisdus mauns, alzein nus la mappa orembora. La zens-la pupi sestacca e vegn encunter ils mauns, ella fui dal plastic, perquei ch'ella ei cargada medemamein sco lez.

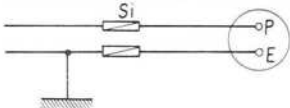


In luvrer lavura ordaviert cun in apparat electric. Quei ei fetg prigus sch'igl apparat ei defects. Las prescripziuns de segirada pretendan ch'ins applicheschi en quels cass in transformatur controllau (mira 12.3.3). Quel ha dus tscherchels electricis isolai in da l'auter. Il tscherchel secundar ha pia negin contact cun la tiara ed il luvrar ei bia pli segirs pil cass ch'igl apparat ha endadens fauls contacts cun la cassa digl apparat.



Grond adatg ston ins adina far cura ch'ins lavura en vischinonza de conductes el liber, per exempel cun sprizzar aua, cun derscher pumera, cun ir sin tetg e better giu neiv.

Igl ei bien de saver che in conduct della reit electrica ei adina connectaus cun la tiara e tschel buca. Sch'ins stat sin tiara bletscha e tucca in conduct buca colligiaus cun la tiara, davanter ins sez quei conduct alla tiara. Cun luvrar cul transformatur de segirtad sa quei buca capitar. El text eis ei descret, co ina sa far che la segironza (Si) brischa atras avon ch'ei detti in disclatg.



trica ei vegnida duvrada all'entschatta dil svilup della radiofonia per la transmissiun de signals senza fildrom. La brastga vegneva denton producida entras in transformatur per current continuau.

12. L'applicaziun della forza electrica

12.1 La reit electrica

Il prighels della forza electrica. – Igl extendiu diever dell'electricitad presenta in bein ponderau sistem de repartiziun che porta quella schubra specia d'energia tgunsch e senza prighel ellas casas. Fildioms de conduct culs quals nus vegnin en contact ston adina esser isolai, medamein era tut ils apparats che vegnan mess en moviment cun forza electrica. Sch'ei setracta dil current ordinari de reit u de glisch, ei in pol adina mess «a tiara», q.v.d. connectaus culla tiara. La tiara humida meina bein il current demai ch'il profil de quei conductur ei fetg gronds. Sch'ins stat sez sin tiara drova ei mo il contact cun in pol peresser electricaus, numnadamein cul pol ch'ei buca «la tiara», cun la schinunada fasa. Cun in apparat de controllar la tensiun san ins differenziar ils dus pols; semegliantamein cun ina lampra de meisa. Per ina tala controlla tucca ei de dar adatg. Ins pren in fildiom de ca. 1 meter lunghezia, desiolescha el da mintga vart. Cun quel fan ins in contact denter in pol della lampra ed in pol della bescla. Semegliantamein fan ins quei denter il secund contact della lampra e la tiara, il meglier in bischel d'aua. Arda la lampra, sch'eis ei la fasa, ard'ella buca, sch'eis ei la tiara.

En in apparat defect sa la fasa magari pegliar en las parts metalicas. Lu san ins cun tuccar igl apparat vegnir tratgs viaden el circuit electric, cunzun sch'ins stat sin sulom humid e peglia p.ex. per il conduct ded aua. Entras quella malprecauziun dat ei mintg'onn numerus cass mortals ch'ins savess evitar cun considerar la sempla e segira regla: Durent il far bogh, mai tuccar en in apparat elec-

Der elektrische Funke wurde zu Beginn des «Funkwesens» zur drahtlosen Übermittlung von Signalen verwendet. Der Funke wurde aber durch einen Transformator für Gleichstrom erzeugt.

12. Die Anwendungen der Elektrizität

12.1 Das Stromnetz

Die Gefahren des elektrischen Stromes. – Die ausgedehnte Anwendung der Elektrizität verlangt ein gut ausgedachtes Verteilersystem, das diese «sauberste» Energiart leicht, aber gefahrlos bis in die Häuser bringen kann. Leitungsdrähte, mit denen wir in Berührung kommen, sind immer isoliert, ebenso alle Apparate, die mit elektrischer Energie betrieben werden. Beim gewöhnlichen Netz- oder Lichtstrom ist ein Pol immer «geerdet», d.h. mit der Erde verbunden. Der feuchte Erdboden leitet den Strom gut, weil der «Querschnitt» dieses Leiters sehr gross ist. Es genügt also, dass man nur einen Pol berührt, um elektrisiert zu werden, nämlich den nicht geerdeten Pol, oder die Phase. Mit einem Spannungsprüfer kann man beide Pole unterscheiden, ebenfalls mit einer Stehlampe. Dabei muss man Vorsicht walten lassen. Man verbindet den einen Pol am Stecker der Lampe mit der Erde, am besten mit der Wasserleitung. Dazu verwendet man einen gut isolierten Leitungsdraht, den man an beiden Enden entisoliert. Mit einem zweiten Draht verbindet man den andern Pol am Stecker mit einem Loch der Steckdose. Brennt die Lampe, so ist dies die Phase, brennt sie nicht, ist es die «Erde».

Wenn in einem elektrischen Apparat aus Metall durch Defekt die Phase die Metallteile berührt, kann man durch Anfassen des Apparates in den Stromkreis geraten, besonders im Falle, dass man auf feuchtem Boden steht oder z.B. die Wasserleitung berührt. Jährlich gibt es zahlreiche Todesfälle durch diese Unachtsamkeit, die man durch folgende einfache und sichere Regel

tric, era buca cordas electricas! – El liber e sin plantschius fiehtis ein apparats electricus cun parts metallicas, per expempel veglias maschinas de furar, adina de controllar sch'ei han buca eventualmein in faults contact alla cassa digl apparat. Ins tegni la lampa de controlla vid il metal. Sche la lampa sclescha fetg, ei in cuort circuit von maun egl intern. Posse-dan ins buc ina lampa de controlla, segidan ins cun ina lampa sco de-scret sura, u ch'ins metta igl apparat cun sias parts metallicas vid in con-duct ded aua e catscha pér lu il con-tact digl apparat ella bescla. Se-tract'ei d'in cuort circuit sche sclau-da la segironza en casa il current. Sche quei ei buca il cass, ei l'inspec-ziun tuttina buc aunc alla fin. Ins sto en mintga cass catschar en il contact cuntrariamein cun volver.

La resistenza exteriura dil tgierp human variescha denter 500 e 500 000 Ohm, secund la fiehtiadad dellas parts tuccadas. El bogn nua ch'il tgierp ei dil tuttafatg circum-daus ded aua che meina l'electrici-tad, sesbassa la resistenza sin circa 100 Ohm. Quei dess per 220 V ina in-tensidad de current de ca. 2 A, ina dosa mortala, sch'ins patratga che gia 10 mA san schirentar nossas musclas de buca vegnir naven dal conduct. Normalmein vegn ina ten-siun de 40 Volt buca prida per prigu-lusa. Cuorts impuls de current d'en-zacontas melli Volt, sco p.ex. en connex cun il «pertgirabiestga», ni cun l'electricidad de fricziun, san bu-ca donnegiar, demai che l'intensidad ei fetg pintga e la scuossa electrica cuora mo melliavlas secundas.

12.2 Indrezs de repartiziun e de segironzas

L'electricidad vegn tarmessa en casa entras conducts de fildirom naven dall'ovra electrica sur transforma-turs. En casa sin ina tabla de distri-buziun van ils conducts atras ina se-gironza, v.d. en in liug bein conton-scheivels vegn intercalau in toc con-duct bein dimensionau e bein zup-

vermeiden könnte: Im Bad niemals einen elektrischen Apparat anrüh-ren, auch nicht die elektrischen Schnüre. – Im Freien und auf feuch-ten Böden einen elektrischen Appa-rat mit Metallteilen, z. B. ältere Bohr-maschinen, immer auf Gehäuse-schluss prüfen. Man hält die Prüf-lampe an das Metall. Bei starkem Aufleuchten der Prüflampe ist ein in-nerer Kurzschluss vorhanden. Be-sitzt man keine Prüflampe, behilft man sich mit einer Stehlampe, wie oben beschrieben, oder man lege den Apparat mit den Metallteilen an eine Wasserleitung und stecke erst dann den Stecker des Apparates in die Steckdose. Ist ein Kurzschluss vorhanden, so schaltet die Siche-rung im Wohnhaus ab. Wenn nicht, so ist die Prüfung noch nicht been-det. Man muss unbedingt den Stek-ker nochmals umgekehrt einführen. Der elektrische Widerstand des menschlichen Körpers schwankt zwischen dem Widerstand 500 Ohm und 500 000 Ohm je nach Feuchtigkeit der berührten Teile. Im Bad, wo der Körper ganz vom leiten-den Wasser umgeben ist, sinkt der Widerstand auf ca. 100 Ohm. Das ergäbe eine Stromstärke von ca. 2 A bei 220 Volt, eine tödliche Dosis, wenn man bedenkt, dass schon 10 mA unsere Muskeln so lähmen können, dass wir von der Leitung nicht mehr los kommen. Bei norma-len Verhältnissen wird eine Span-nung von 40 Volt als nicht gefährlich angesehen. Kurze Stromstösse von einigen tausend Volt, wie z.B. beim elektrischen «Vieh Hüter» oder bei der Reibungselektrizität können nicht schaden, weil die Stromstärke äusserst klein ist und der Strom-stoss nur Tausendstel-Sekunden lang dauert.

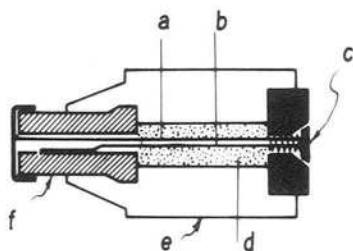
12.2 Verteilerschaltungen und Si-cherungen

Die Elektrizität kommt durch Draht-leitungen vom Elektrizitätswerk über Transformatoren ins Haus. Dort wer-den die Leitungen abgesichert, d. h., an einer leicht zugänglichen Stelle wird ein kurzes, genau dimensio-niertes Leitungstück feuersicher dazwischengeschaltet (Sicherung

Il cametg

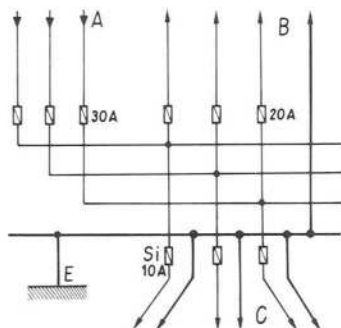
Co san ins sepertgirar dal ca-metg? Il cametg ei ina scargada anetga della electricidad statica denter tiara e nibel, u era denter dus nibels de differenta tensiun. La brastga, u il vau de scargada, quei vul dir la brastga dil cametg, enquera la via la pli facil, quella della pli pintga resistenza. La resistenza ei pintga, sche la di-stanza denter ils dus pols ei pin-tga e sche la conductibladad ei gronda. Quella ei gronda leu nua che l'aria ei il pli fetg jonisada, quei vul dir, leu nua ch'ei dat il pli daret purtaders electricus. Sin collinas, sin muotas e sin pezza ual sut in nibel de stemprau ei la via pli cuorta ch'en ina foppa u val, en general pia pli malsegir. Sur palus e praus cun aua u dutgs, sur terren cun aua sutter-rana ei l'aria pli fetg jonisada. Cun quei che certs pumers cre-schan mo sur aua, eis ei era mal-segir de star sut tals pumers. Ins sa denton mai dir gest, tgei via ch'il cametg pren.

Ils paracametgs ein buca «tila-cametgs». Il cametg, ch'ei ina unda aultfrequent, va pli bugen atras aria bein jonisada che atras gross fildiroms. L'emprema bra-stga dil cametg jonisescha in-summa l'aria aschi fetg che l'en-tira scargada suonda quella via. Il paracametg ha igl intent de scargar u neutralisar dafertontier las cargadas electricas che se-fuorman duront che la plievgia croda. Il meglier eis ei de metter sin tetg biars pezs che survar-gan il spitg. Els drovan nuota es-ser sulera i argentai, els ston mo esser «mess a tiara» cun agid ded in fildirom. Quels pezs sbas-san continuadamein la tensiun denter nibels e tiara. Aschia po in'aulta tuor-baselgia schurmi-giar in entir vitg dal cametg. Ella sezza ei pli periclitada. Dat ei in connex denter quei fatg ed igl usit de tucchar il zenn grond temps ded urezis? Quei effect de neutralisar la tensiun han era las tschemas dils pegns e la munto-gna insumma.



La segironza consista dad ina cassa nuninflammabla (e). En quella ei in fildiom (b), satels avunda per barschar atras sche l'intensitad survarga ina limita prevedida. El ei circumdaus da sablun fin (d). Las fins dil fildiom ein lutigiadas vid duas capestchas de metal che sorprendan il contact exteriur. En cass che la segironza brischa atras, dat ina pintga pleva in tausch ad in pign bategl (c), aschia ch'ins encor-scha che la segironza ei barscha-da.

Las segironzas automaticas, cun spiel electromagnetic han remplazzau grondamein las segiron-zas luentontas.



La tabla de repartiziun electrica dat ina entira survesta dil mena-schi electric ded ina casa.

pau, ch'el sappi buca dar fiug. Quei toc de conduct po vertir mo ina certa intensitad, p.ex. 20 A. Sch'ins sur-carga u fa in cuort-circuit brischa il conduct atras ed il transport de cur-rent vegn interruts. Igl intent d'ina tala segironza ei d'evitar barscha-ments entras il current electric. Sen-za questa segironza vegness il con-duct barschaus tras en siu pli fleivel liug e savess caschunar leu in inci-di. Era fuss ina reparatura della lin-gia caussa complicada, demai ch'ins stuess igl emprend encurir il liug; sch'el sesanfluss el mir, stuess ins ereger danovamein ina gronda part dil conduct.

La segironza principala sesanfla leu nua che l'energia electrica entra en casa. Da leuanora vegnan bifurcadas pli pintgas energias cun autras segironzas limitontas a p.ex. 10 A. En-stagl della segironza che liua, sesur-veschan ins oz era d'interrupturs au-tomatics. En tals cass percuora il current igl emprend in spiel de fildi-rom e sche l'intensitad ei memia gronda, vegn la scludida manischa-da entras forza magnetica.

La distribuziun allas differentas stanzas vegn adina fatga en monta-scha parallela. En in cantun de stan-za sesanfla il bia la schinumnada cassa de sromaziun. Sur differentas clintgas contonscha l'energia elec-trica las lampas. Besclas han per or-dinari negins interrupturs, mobein stattan adina sut current, pertgei ils apparats che vegnan colligiaj culla bescla han sez in interruptur. Tenor basegns vegnan era pliras lampas colligiadas cun in sulet interruptur. Cul schinumnau midader san ins en-vidar ina u pliras cazzolas en diffe-rents loghens.

12.3 Apparats magnetics e ma-schinas d'inducziun

12.3.1 Igl interruptur magnetic – Ils relais

La forza dils electromagnets vegn savens applicada per manischar liev-gias e clintgas, cunzun per direger telecontacts. Cheutier vegn in'anra

genannt). Dieses Leiterstück erträgt nur eine bestimmte Stromstärke, z.B. 20 A. Bei Überlastung oder direktem Kurzschluss brennt die Sicherung durch und schaltet damit die Stromzufuhr ab. Der Zweck einer solchen Sicherung besteht darin, Feuersbrünste durch den elektrischen Strom zu vermeiden. Ohne die Sicherung würde die Leitung an der schwächsten Stelle durchbrennen und könnte dort eine Feuersbrunst auslösen. Auch wäre eine Reparatur der Leitung eine umständliche Sache, weil man die Stelle zuerst suchen müsste, und wenn sie sich im Mauerwerk befände, müsste man grosse Teile der Leitung neu erstellen.

Von der Hauptsicherung bei Eintritt der Stromenergie ins Haus werden für jedes Geschoss weitere Sicherungen mit kleinerer Stromstärke abgezweigt und mit z.B. 10 A abgesichert. Statt der Schmelzsicherungen bedient man sich heute auch der automatisch wirkenden Ausschalter, bei denen der Strom zuerst eine Drahtspule durchläuft und bei zu grosser Belastung durch magnetische Kraft das Ausschalten betätigt. Die Verteilung zu den einzelnen Zimmern erfolgt immer in Parallelschal-tung. In einer Zimmerecke befindet sich gewöhnlich die sog. Abzweigdose. Über verschiedene Schalter gelangt die elektrische Energie zu den Lampen. Steckdosen haben ge-wöhnlich keine Schalter, sondern befinden sich immer unter Strom, denn die Apparate, die an die Steck-dosen angeschlossen werden, haben selber einen Schalter. Je nach Be-dürfnis werden mehrere Lampen an einen Schalter angeschlossen. Mit einem sog. Wechselschalter kann man eine oder mehrere Lampen an verschiedenen Orten bedienen.

12.3 Magnetik und technische In-duktionsmaschinen

12.3.1 Der Unterbrecher – Das Re-lais

Die Kraft der Elektromagnete wird oft benützt, um mechanische Hebel und Schalter zu betätigen, beson-ders für die Fernschaltung von Ap-

de fier tratga dad in elektromagnet. Vid l'anca ein fermai differents contacts, ils schinumai «contacts de lavur» (a), ch'ei serai durant ch'il magnet «lavura», e «contacts de ruas» (r), che sescludan cura ch'il magnet tila. In'otra sort de contacts ei il midader (u). Quels magnets de clauder e sclauder apparats a distanza, numnan ins generalmein «Relais», pronunzia rölä, che vul dir per franzos: staziun de midada. Ina disposiziun de relais ha adina plirs circuits, numnadamein il circuit de camond ed in u plirs circuits principals, che vegnan cludi ni scludi entras il magnet de relais.

Ina speciala fuorma de relais ein ils interrupturs magnetics. L'anca ei munida dad in contact de ruas. Quel vegn mess en seria cul circuit dil magnet. Aschi prest che l'anca vegn tratga, p.ex. entras smaccar in nuv de contact, arva il contact dil relais ual il circuit ch'il nuv haveva giu serrau. Il contact dil relais va puspei anavos en sia posiziun primara e siara danovamein il circuit de current ad aschia vinavon. Secund la grondezia dell'anca e della plema de remessa ei la frequenza dell'oscillaziuns differenta. Spertas vibraziuns dattan in vibrader. L'anca sa era esser munida cun in battagl che batta vid ina cuppa de stgellin. Il relais ed igl interruptur ein impurtontas parts d'in indrez de telefon.

12.3.2 Motors e generaturs

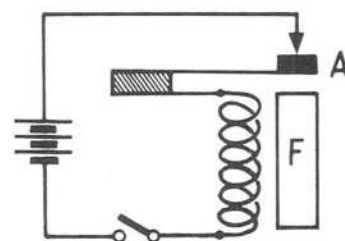
Dallas biaras pusseivladads de construir motors electricis seigi demonstreu mo in sempel exempel de principi. Denter dus pils de magnet ei in'anca girabla de fier lom. El ei munius d'in spiel de fildiom, dil qual las fins ein mintgamai lutejiadas vid ina mesa rudiala de metal. Ina tala rudiala numnan ins commutatur. Omsi dus segments de rudiala roteschan cull'anca e recepeschan il current. Il commutatur, ni midader de current, mida cun mintga mesa menada la direcziun dil current aschia ch'ei sefuorma el stator il medem pol gest il mument ch'il rotor va sperasvi.

paraten. Dabei wird ein Eisenanker gegen den Magnetkern gezogen. Mit dem Anker sind elektrische Kontakte verbunden, sog. Arbeitskontakte (a), die bei angezogenem Magneten einschalten und Ruhekantakte (r) die bei Anzug ausschalten. Dazu kommen noch die Umschalter (u). Diese Schaltmagnete nennt man allgemeine Relais (sprich rölä, was französisch Wechselstation bedeutet). Eine Relais-Schaltung hat immer mehrere Stromkreise, nämlich den Schaltkreis und einen oder mehrere Hauptkreise, die durch den Relais-Magneten ein oder ausgeschaltet werden.

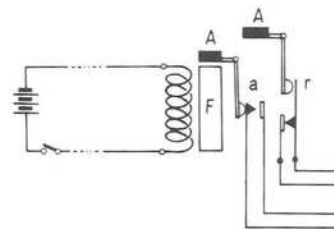
Eine besondere Art Relais sind die Unterbrecher. Der Anker ist mit einem Ruhekantakt (Ausschalter) bestückt. Dieser wird hintereinander im Schaltkreis eingefügt. Sobald der Anker angezogen wird, z.B. durch einen von Hand betätigten Druckknopfschalter, schaltet dieser Ruhekantakt den Strom, der ihn eingeschaltet hat, aus. Bei ausgeschaltetem Strom geht aber der Ruhekantakt wieder in Ruhestellung und schliesst von neuem den Stromkreis und so fort. Je nach den Abmessungen des Ankers und der Rückstellfeder ist die Frequenz der Schwingung verschieden. Ein rasches Vibrieren ergibt einen Summer. Der Anker kann auch einen Klöppel tragen und an eine Glockenschale schlagen. — Relais und Unterbrecher sind wichtige Teile einer Telephonanlage.

12.3.2 Motoren und Generatoren

Von den vielen Möglichkeiten, Elektromotoren zu konstruieren sei nur ein einfaches, grundsätzliches Beispiel angeführt. Zwischen zwei Magnetpolen ist ein drehbarer Anker aus Weicheisen befestigt. Er ist mit einer Drahtspule versehen, deren Enden je an eine halbkreisförmige Metallscheibe gelötet sind. Wir nennen diese Einrichtung Kommutator. Beide Kreissegmente rotieren mit dem Anker und nehmen den Strom auf. Der Kommutator wechselt bei jeder Halbdrehung die Richtung des Stromes so, dass ein gleichnamiger Pol entsteht, wenn der Anker an die

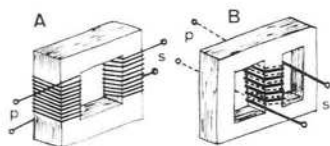


Igl interruptur electromagnetic fa bugen brastga denter il contact A. Quei disturba il radio e la television. Perquei drovan ins plitost il vibratur cun current alternativ, perquei che quel lavura senza contact.

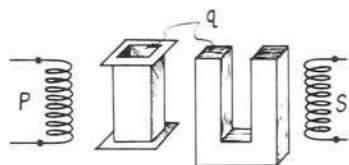


Il relais cun ses differents contacts ei in element fundamental per centralas de telefon automatic. Ei dat relais cun serias de 1000 contacts. Il dretg contact vegn anflaus cun la rodetta de selecziun alla staziun de telefon. Sch'ins tschenta en per exempel 7, sche dat ei 7 gadas in contact ella centrala. Cun far ir la rodetta 8 gadas tenor la numera dil telefon ein ins colligiaus cun in partenari a Turitg. In difficult problem dellas centralas telefonicas ei, che tuts ils contacts mondien puspei «a casa» suenter il discurs telefonic. Quei semetter ella posiziun primara vegn tut preparau durant ch'ins elegia il partenari. Ei quel per exempel gia occupaus, sche sto vegnir dau in signal. Mintga ton temps dumbra in impuls la taxa ch'ei de pagar, denton mo pil cass ch'il partenari ha dau risposta.

Il transformatur applichescha en sempla moda la lescha della inducziun magneto-electrica. Avon nos vitgs vesan ins savens scalfas de stuors fermadas sin duas petgas. Quellas cuntengnan il transformatur per il diever dil vitg. Tochen tiel vitg han ils conducts tensiun aulta. Quella vegn transformada da p.ex. 8 000 V giu sin 380 e 220 V. Ei dat pliras fuormas e pusseivladads de fabricar transformaturs. Per termagls san ins cun empau inschign zullar sez in tal.



Las parts ded in transformatur ein: il spiel primar (P), il spiel secundar (S), la mongia (manschetta) ed il nuschehl de fier. Pli gronds ch'il profil dil nuschehl ei e pli bia energia ch'il transformatur po dumignar. Ord quei profil san ins calcular ils turs per in V, quei vul dir, contas zurnadas in volt pretenda, per che il transformatur vegni buca memia cauld. Per quei quen prendan ins la cifra 45 e parta ella entras il profil prius en cm^2 . In profil de $7,4 \text{ cm}^2$ pretenda $45:7,4 = \text{ca. } 6 \text{ turs/V}$. Dalla vart primara cun ses 220 V drova ei ca. 1340 turs e per la tensiun secundara de 40 V fa quei ca. 243 turs. – Ils fildiroms ston naturalmein esser bein isolai ed haver ina certa grossezia; per il spiel secundar pli gross, perquei che lez dat giu pli bia intensidad.



Aschia vegn l'ancra adina stuschada naven da quei pol ed attratga dal pol oppost de polaritad cuntraria. In tal motor sa, sco quei che nus vein viu tiel generatur (11.6.2), era vegnir duvraus sco generatur de current, sch'ins gira il rotur entras energia mecanica.

12.3.3 Il transformatur

Siu intent ei de midar la tensiun. Per il transport dell'energia electrica ein aultas tensiuns meins sperditivas. Ils conducts interurbans han 100 000 Volt e de pli. El liug de consum denton sto la tensiun vegnir reducida a 220, respectiv a 380 Volt. Quei daventa antras inschignusa applicaziun della lescha dell'inducziun. In transformatur consista d'in nuschehl de fier sur il qual ein piazzadas pliras zugliadas de fildirom. Il nuschehl ha il bia la fuorma d'in rectanghel sempel u dubel. Las plegadiras dils speuls stattan ina sper u sur l'autra. Tarmettan ins in current alternativ en ina plegadira (spiel primar), vegn il nuschehl magnetisau. Perquei ch'il current primar ei in current alternativ cun ina frequenza $\nu = 50 \text{ Hertz}$, seformescha in camp alternativ magnetic. Tenor la lescha dell'inducziun sto era il secund spiel (spiel secundar) vegnir inducius. Leu seformescha il current secundar. La tensiun els dus speuls ein directamein proporziunals als turs de fildirom. Denton: cunquei che l'energia sa buca crescher cun transformar, ein las respectivas intensitats de current indirectamein proporziunals al diember de turs. Seregurdeien della lescha dell'agra: pli gronds il bratsch ton pli pintga la forza (mira 4.5.3). Sin omisduas varts dell'agra ei forza ga bratsch de forza tuttina gronds. Il transformatur ei scodedir l'agra electrica. Cheu secloma ei correspondentamein: l'energia el spiel primar $I_p \cdot U_p$ ei tuttina sco l'energia el spiel secundar $I_s \cdot U_s$. La lescha extendida secloma:

Pole vorbeigeht. Somit wird der Anker immer von diesem Pol weggestossen und vom gegenüberliegenden, ungleichnamigen Pol angezogen. Ein solcher Motor kann, wie wir beim Generator (11.6.3) gesehen haben, auch als Stromerzeuger verwendet werden, wenn man den Rotor mit mechanischer Energie dreht.

12.3.3 Der Transformator

Er dient dazu, Spannungen zu ändern. Für den Transport der elektrischen Energie sind hohe Spannungen verlustärmer. Die Überlandleitungen haben Spannungen bis zu 100 000 Volt und darüber. Am Gebrauchsort hingegen muss die Spannung auf 220 oder 380 Volt reduziert werden. Dies geschieht durch geschickte Anwendung des Induktionsgesetzes. Ein Transformator besteht aus einem Eisenkern über den mehrere Drahtwicklungen angebracht sind. Der Kern hat meistens die Form eines rechteckigen «Ringes» oder Doppelringes. Die Drahtwicklungen sind einander gegenüber oder übereinander angebracht. Schickt man einen Wechselstrom in die eine Wicklung, Primärspule genannt, so wird der Kern magnetisiert. Weil der Primärstrom ein Wechselstrom mit der Frequenz $\nu = 50 \text{ Hertz}$ ist, entsteht ein magnetisches Wechselfeld. Nach dem Induktionsgesetz muss auch die zweite Spule, die Sekundärspule, induziert werden. Es entsteht dort der Sekundärstrom. Die Spannungen in den beiden Spulen verhalten sich nach den Messungen und theoretischen Überlegungen wie die Windungszahlen. Da aber die Energie durch Umwandlung nicht zunehmen kann, sind die entsprechenden Stromstärken den Windungszahlen umgekehrt proportional. Wir erinnern uns an das Hebelgesetz: Je grösser der Arm, desto kleiner die Kraft. Auf beiden Seiten des Hebels ist Kraft mal Kraftarm gleich gross. Der Transformator ist sozusagen der «elektrische Hebel», hier heisst es entsprechend: die Energie in der Primärspule $I_p \cdot U_p$ ist gleich der Energie in der Sekundärspule $I_s \cdot U_s$. Das ausführliche Gesetz für den Transformator lautet:

$$n_p : n_s = U_p : U_s = I_s : I_p$$

Igl n munta il diember dils turs.

Exempel. – Per in termagl electric dueigi la tensiun U_p de 220 V vegnir transformada sin $U_s = 40$ V. La prestaziun dueigi muntar $P = 55$ Watt. Tenor ina fuormla enconuschenta ella tecnica sto en quei cass il nushegl de fier posseder in profil de ca. $7,4 \text{ cm}^2$ e la zugliada primara n_p dumbrar 1338 turs. Conts turs n_s ha la zugliada secundara e tgei intensitad I_p e I_s ein de spetgar maximalmein?

Nus transformein nossa fuormla ton che il diember encuret n_s stat all'entschatta: $n_s : n_p = U_s : U_p$

$$\frac{n_s}{1338} = \frac{40}{220}; n_s = \frac{40 \cdot 1338}{220} = 243$$

Dalla prestaziun $P = 55 \text{ W}$ calculein nus l'intensitad primara

$$I_p = P : U_p = 55 : 220 = 0,25 \text{ A}$$

L'intensitad primara I_p e secundara I_s secomportan cuntrariamein allas tensiuns U_p e U_s ; pia:

$$I_s : I_p = U_p : U_s; I_s = \frac{U_p \cdot I_p}{U_s} = \frac{220 \cdot 0,25}{40} = 1,375$$

Per la controlla: La prestaziun sto esser dad omisduas varts 55 W;
 $P_p = U_p \cdot I_p = 220 \cdot 0,25 = 55 \text{ W};$
 $P_s = U_s \cdot I_s = 40 \cdot 1,375 = 55 \text{ W}.$

12.3.4 La electroacustica

Telefon – Microfon. – Il sempel telefon consista d'ina barra de magnet permanent ch'ei munius cun in spiel de fildirom. Ina membrana de fier (stuors) fermada fetg datier vegn messa en vibraziun sch'ins plaidda encunter. Quellas oscillaziuns produceschan el spiel de fildirom in current d'inducziun che corrispunda en siu decuors de tensiun allas vibra-

$$n_p : n_s = U_p : U_s = I_s : I_p$$

worin n die Anzahl der Windungen bedeutet.

Beispiel. – Für ein elektrisches Spielzeug soll die Spannung U_p von 220 Volt auf $U_s = 40$ Volt heruntertransformiert werden. Die Leistung soll $p = 55$ Watt betragen. Nach einer in der Technik bekannten Formel muss der Eisenkern ca. $7,4 \text{ cm}^2$ Querschnitt besitzen und die Primärwicklung $n_p = 1338$ Windungen zählen. Wiviele Windungen n_s hat die Sekundärwicklung und welche Stromstärken I_p und I_s sind höchstens zu erwarten?

Unsere Formel stellen wir um, so dass die Unbekannte n_s am Anfang steht: $n_s \cdot n_p = U_s : U_p$

$$\frac{n_s}{1338} = \frac{40}{220}; n_s = \frac{40 \cdot 1338}{220} = 243.$$

Aus der Leistung $P = 55 \text{ W}$ berechnen wir die Primärstromstärke.

$$I_p = \frac{P}{U_p} = \frac{55 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 0,25 \text{ A}$$

Die Sekundärstromstärke I_s verhält sich zu I_p umgekehrt wie die Spannungen, also

Zur Kontrolle: Die Leistung muss auf beiden Seiten 55 W ergeben:
 $P_p = U_p \cdot I_p = 220 \cdot 0,25 = 55 \text{ W};$
 $P_s = U_s \cdot I_s = 40 \cdot 1,375 = 55 \text{ W}.$

12.3.4 Die Elektroakustik

Telephon – Mikrophon. – Das einfache Telefon besteht aus einem Magnetstab, der mit einer Drahtspule versehen ist. Eine ganz nahe davor befestigte Eisenmembrane (Blech) gerät in Schwingung, wenn man dagegen spricht. Diese Schwingungen erzeugen in der Drahtspule einen Induktionsstrom, dessen Spannungsverlauf den akustischen Schwingun-



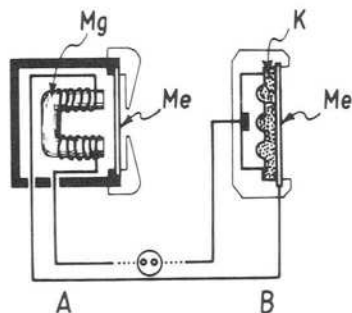
Il maletg representa in implont electric cun lag de stauip, baghetg de turbinas e dinamos, ils transformatur, la repartiziun a grondas e pintgas distanzas tochen en casa.

Energia directamein ord glisch e calira

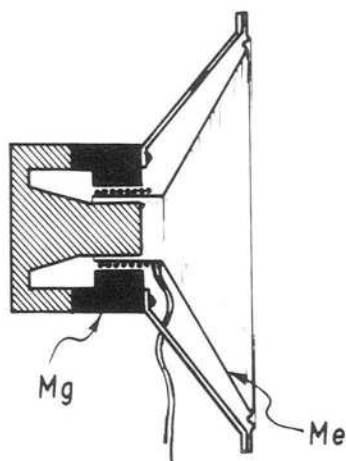
In fisicist che ha luvrau cun auters vid la produczion ded energia atomica ha detg: «Nus spe-ravan d'anflar egl atom in dètg grond dinamo ed havein anflaum in a gronda pegna.» Quei vul dir cun auters plaids: L'electricitad ei ina energia bia pli schubra e pli economica senza curdems e sperditas; l'energia atomica ei tschuffa, prigulusa cun in effect exploteivel fetg restrenschiu. Quei ch'ins enquera cun tutta premura ei ina transformaziun della energia de glisch e calira en energia electrica per via directa, senza las maschinas caloricas, ch'ei adina tschuffas e sperditivas. Per quei intent dat ei biaras vias. Ellas ein denton aunc fetg custusas. En paucs onns vegnan ellas denton a prender lur plaz ella economia mundiala della energia. Nus schein suandar in exempel:

a) **Cellas solaras:** La glisch cun ses radis electromagnetics ha igl effect de far sortir electrons ord certas substanzas. Aschia setransformescha l'energia della glisch, surtut quella dil sulegl, directamein en in current electric. Quel ei gie essenzialmein in moviment d'electrons. Per materia vegn savens duvrau Silicon. Plirs elements de ca. 2 cm^2 vegnan colligiai e fuorman ina batteria cun ina prestaziun de $100\text{--}150 \text{ W/m}^2$.

Igl indrez de telefon en casa consista ded ina combinaziun de receptor ed emittur, numnaus microtelefon.



Il microfon de cotgla (K) ei igl emittur (Mg) il receptor. Omsidus ein colligai cun la lingia a distanza A-B. Me ein las membranas.



Igl aultplidader ha in magnet permanent (Mg). En quel ei sfunsau in spiel de fildirom cun ina suletta rasada. En quei spiel vegn menau en las undas de bassa frequenza ord in rinforzader. El tact de quellas undas vegn quei spiel, che astga buca pegliar en las varts, tratgs en ed ora cun gronda forza. La membrana de cartun (Me) fa vibrar el medem tact l'aria e quellas undas retscheiva l'uregia.

ziuns acusticas. Igl ei in current cun frequenza de tun (audio-frequenza u frequenza bassa). Cun agid d'in conduct a distanza meinan ins quella frequenza bassa en in secund spiel cun membrana baghegiaus en medema moda. Ella barra magnetica dil secund spiel vegn il magnetissem midaus entras il current arrivont, la membrana vegn attratga pli u meins. Ella vibrescha el medem tact sco l'emprema membrana ed excitescha l'aria circumstonta a medemas oscillaziuns. El spiel d'emissiun vegnan pia vibraziuns mecanic-acusticas midadas en electricas, ed el spiel de recepciun puspei midadas en vibraziuns electricas. Emittur e receptor ein construi dil tuttafatg tuttina e surveschan per tschintzchar e tedlar. Sco experiment colligien nus ils pols de dus recepturs (uregliers) cun in conduct da distanza ed applichein in receptor sco emittur e l'auter sco receptor. Cun quei telefon san ins telefonar en ina distanza d'enzacons tschiens meters.

Per grondas distanzas ein quels currents memia fleivels. Per rinforzaments sesurveschan ins dil schinumnu microfon en differentas executziuns. Il microfon a garnagl de carbin ei ina dosa cun lien garnagls lucs de carbin, che stattan denter duas plattas conductiblas e midan la resistenza entras zaccuder. Tschontschan ins encunter ina platta sche vegnan ils garnagls entras la vibraziun en differentsa pressiu e midan cheutras la resistenza, e quei el tact dellas vibraziuns tonalas. Mettan ins ina tensiun constanta vid las plattas sche cuora in current en audiofrequenza che transformescha vibraziuns acustica d'aria en vibraziuns electricas rinforzadas. El receptor daventan quellas vibraziuns puspei vibraziuns acusticas.

Grammofon – Magnetofon. – Tiel grammofon vegnan vibraziuns audiofonicas graviar en ina platta epi, cun agid d'ina guila puspei reprimas. Pli baul fuva la guila colligiada directamein culla membrana ded emissiu, che dat vinavon las vibraziuns

gen entspricht. Es ist ein Strom mit Tonfrequenz. Mittels einer Fernleitung führt man diese Tonfrequenz in eine zweite, ganz gleich gebaute Spule mit Membrane. Im Magnetstab der zweiten Spule wird der Magnetismus durch den ankommenden Strom verändert, die Membrane wird mehr oder weniger angezogen. Sie schwingt in demselben Takt wie die besprochene Membrane und regt die umgebende Luft zur gleichen Schwingung an. Es werden also in der Senderspule mechanisch-akustische Schwingungen in elektrische umgewandelt und in der Hörerspule wieder in akustische zurückverwandelt. Sender und Empfänger sind ganz gleich gebaut und dienen zum Sprechen und zum Hören.

Als Versuch verbinden wir die Pole zweier Kopfhörer mit einer Fernleitung und verwenden die eine Hörmuschel als Sender und die andere als Empfänger. Mit diesem Telephon kann man einige hundert Meter weit sprechen.

Auf grosse Entfernungen sind diese Ströme zu schwach. Zur Verstärkung bedient man sich des sog. Mikrophons in verschiedenen Ausführungen. Das Körnermikrophon ist eine Dose mit losen Kohlekörnern, die zwischen zwei leitenden Platten liegen und einen durch Erschütterung veränderlichen Widerstand bilden. Spricht man gegen die eine Platte, so werden die Körner infolge der Schwingungen und Druckunterschiede ihren Widerstand beständig ändern und zwar im Takt der Schwingungen. Legt man eine Gleichspannung an die Platten, so fliesst ein Strom in Tonfrequenz, der die akustischen Luftschwingungen in verstärkte elektrische Schwingungen umwandelt. Diese können im Hörer wieder zu akustischen Schwingungen werden.

Grammophon – Magnetophon. – Beim Grammophon werden die Tonschwingungen auf eine Platte eingegritzt und dann mit einer Nadel wieder entnommen. Früher war die Nadel direkt mit der Hörmembrane verbunden, welche die Schwingungen an

all'aria. Oz vegnan las vibraziuns de guila, sco tier las membranas de telefon, igl emprem midadas en vibraziuns electricas, rinforzadas e dirigidas agi aultplidader.

Il magnetofon u registratur de pindella applichescha in pindel sin il qual ei sprizzau puorla de fier fin repartida. Entras in «tgau de tun» ferm magnetisau, vegnan las vibraziuns electricas imprimidas silla pindella magnetofonica. La pindella vegn per reproducir menada sper in magnet cun spiel vi, ed aschia sefuorman lien entras inducziun vibraziuns electricas de frequenza tonala, sco tiel telefon.

Aultplidader. – En apparats de musica vegnan las vibraziuns rinforzadas e menadas tier in aultplidader che mida ellas en vibraziuns acusticas. Igl aultplidader ei baghegiaus sco in receptur de tgau. Las oscillaziuns electricas vegnan menadas en in spiel che sa vibrar libramein denter in ferm magnet permanent. Mintga midada dil current trai il spiel anen u ano. El oscillescha pia tenor la frequenza de tun. Vid il spiel ei fermaus in dartguir conic. Cun sia surfatscha rabetscha el ina pli gronda quantitat d'aria en vibraziun.

12.4 La electrolisa

Nus havein viu en connex culla producziun chemica de current ch'ei dat in current electric sche in toc zinc vegn decomponius entras ina soluziun de salmiac. Co stat ei denton sche nus tarmettein viaden en in indrez current continuau, enstagl de prender naven il current.

Per intercurrir quei sfunsein nus duas electrodas, p.ex. dus tocs de grafit d'ina batteria de tastga duvrada en in recipient cun aua, alla quala nus aschunschein tier in tec sal. Ussa dein nus la tensiun d'ina batteria ded 1,5 ni 3 Volt allas electodas. Vid omisdus electodas engartein nus ina formaziun de gas. Savessen nus intercurir quels gas chemicamein,

die Luft weiter gab. Heute werden die Nadelschwingungen ähnlich wie bei der Telephonmembrane zuerst in elektrische Schwingungen verwandelt und dann verstärkt zu einem Lautsprecher geführt.

Das Magnetophon oder Tonbandgerät verwendet ein Band, auf das feinverteiltes Eisenpulver aufgespritzt ist. Durch einen starken magnetischen Tonkopf werden die elektrischen Schwingungen auf das Magnetband aufgeprägt. Das Band wird beim Abspielen an einem mit Spule versehenen Magneten vorbeigeführt und so entstehen in der Spule wie beim Telephon durch Induktion elektrische Schwingungen in Tonfrequenz.

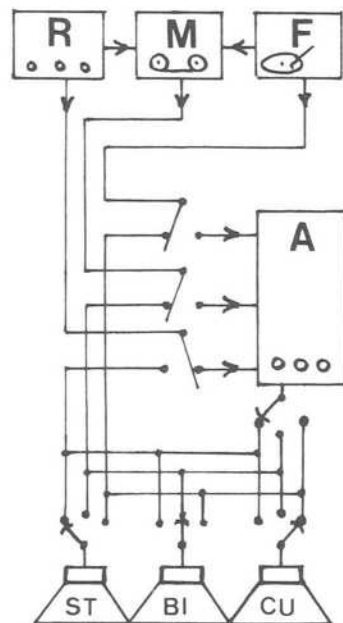
Lautsprecher. – Bei Musikapparaten werden die verstärkten elektrischen Schwingungen einem Lautsprecher zugeführt, welcher sie in akustische Schwingungen umwandelt. Der Lautsprecher ist ähnlich gebaut wie der Kopfhörer. Die elektrischen Schwingungen werden in eine freischwebende Spule geführt. Diese Spule taucht in einen starken Magneten ein. Jede Änderung des Stromes zieht die Spule herein oder stösst sie hinaus. Sie schwingt also gemäss der Tonfrequenz. An die Spule ist ein konischer Trichter befestigt, dessen Fläche eine grössere Luftmenge in Schwingung bringt.

12.4 Die Elektrolyse

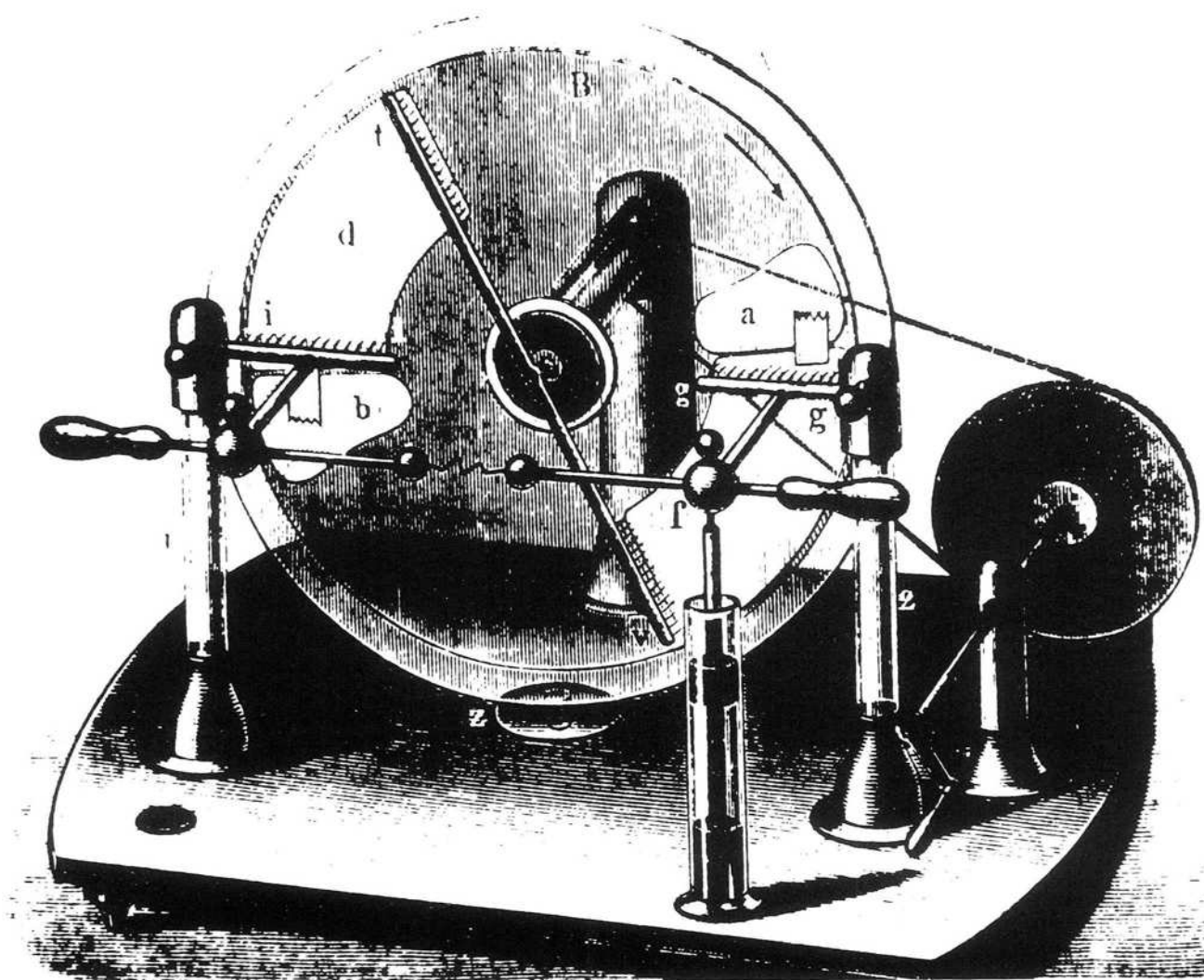
Wir haben bei der chemischen Stromerzeugung gesehen, dass durch die Zersetzung von Zink in Salmiaklösung ein Strom entsteht. Wie ist es nun, wenn wir, statt Strom abzunehmen, einen Gleichstrom in die Einrichtung schicken?

Um dies zu erfahren tauchen wir zwei Elektroden, z.B. zwei Graphitstäbe aus einer gebrauchten Taschenlampenbatterie in ein Gefäss mit Wasser, dem wir etwas Kochsalz beigegeben haben. Nun schliessen wir die Spannung einer Batterie von 1,5 oder 3 Volt an die Elektroden. An beiden Elektroden bemerken wir eine Gasentwicklung. Könnten wir

Disposiziun de plirs apparats electroacustics – exempel



R – Radio, M – Magnetofon, F – fono, A – amplificader (rinforzader), ST – aultplidader en stiva, BI – aultplidader en biro, CU – aultplidader en cuschina. En mintga liug san ins tedlar directamein las treis differentas emissiuns R, M, F u era sur igl amplificader. El diagram ein ils contacts tschentai aschia che ST auda R sur A, BI auda directamein M e CU directamein F. Tals diagrams selain modificar tenor basegns.



Maschina d'influenza tenor **Hotz**, 1864

sche resultass ei ch'il + pol ha survegniu oxigen ed il - pol hidrogen, exactamein ils elements dals quals H_2O secompona. Ina tala separaziun dallas materias en lur parts, numnan ins electrolisa. Prendein nus enstagl ded aua sulfat d'iom ($Cu SO_4$) sche obtenin nus irom pur vid l'electroda negativa. Il grafit vegn iromisau. Experiments demuossan che metals e hidrogen ein parts positivamein cargadas, perquei ch'ellas viandeschan tier las electrodas negativas, oxigen e las ulteriuras gruppaziuns d'atoms (moleculs) alla electroda positiva, cunquei ch'els ein purtaders de carga negativas. Talas particlas cun carga positiva u negativa numnan ins jons, v.d. per grec «viandont», perquei ch'ellas caminan vi tier las electrodas e fan pusseivel il current electric en liquids. En conducturs metallics semovan mo electrons senza transport de material. En conduiders liquids succeda adina in transport de material.

L'electrolisa ha obteniu ella tehnica ina gronda muntada. Ella vegn applicada per la produczion dils pli purs metals ord soluziuns, e per surtrer objects cun ina satella rasada de metal, sco p.ex. per sursinar, sularar ed argentar.

12.5 La electronica

Cun la noziun electronica manegein nus l'applicaziun dil flum electronic en conduiders electric, cellulas foto-electricas, transistors etc., per divers intents, cunzun per la tehnica de comunicaziun, en amplificaders acustics ed optics, en generaturs de tun, per la reglaziun de maschinas de calcular. Per illustraziun mo entgins indrezs fundamentals.

12.5.1 La lampa a catoda calda

Purtaders dil current electric ein ils electrons, e quei denton mo ils libers, ch'eiin buca ligiai cul nushegl. Nua ch'ei dat buca electrons libers dat ei buca current. Ils libers electrons san cursar libramein en in gar-

diese Gase chemisch untersuchen, so ergäbe sich, dass am + Pol Sauerstoff und am - Pol Wasserstoff entstanden ist, genau die Elemente aus denen Wasser (H_2O) besteht. Eine solche Trennung der Stoffe in ihre Bestandteile nennt man Elektrolyse. Nehmen wir statt des Wassers Kupfersulfat ($CuSO_4$) so können wir das reine Kupfer an der negativen Elektrode erhalten; die Elektrode wird verkuft. Versuche zeigen, dass Metalle und Wasserstoff positiv geladene Teile sind, weil sie an die negative Elektrode wandern; Sauerstoff und die übrigen Atomgruppierungen (Moleküle) an die positive Elektrode, da sie Träger negativer Ladung sind. Solche Teile mit positiver oder negativer Ladung nennt man Ionen, d.h. im griechischen «Wandernde», weil sie zu den Elektroden hinwandern und in Flüssigkeiten einen elektrischen Strom ermöglichen. In metallischen Leitern bewegen sich nur Elektronen ohne Materialtransport. In flüssigen Leitern ist immer ein Materialtransport vorhanden.

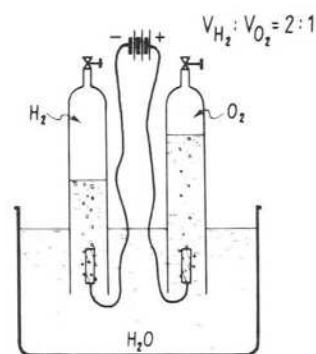
Die Elektrolyse hat in der Technik eine grosse Bedeutung erhalten. So wird sie zur Gewinnung reiner Metalle aus Lösungen angewandt und zum Überziehen von Gegenständen mit einer dünnen Metallschicht, wie beim Verkuften, Vergolden und Versilbern.

12.5 Die Elektronik

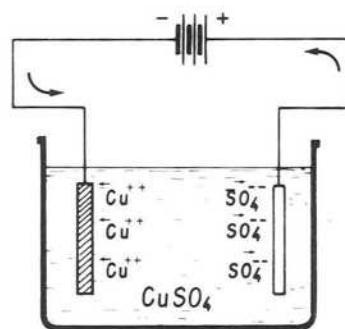
Unter der Elektronik verstehen wir die Anwendung des Elektronenflusses in elektrischen Röhren, in Photozellen, Transistoren etc. zu mannigfaltigen Zwecken, besonders für die Nachrichtentechnik, in Ton- und Lichtverstärkern, in Tongeneratoren, zur Steuerung von Maschinen und Rechnungsoperationen. Dazu nur einige wenige Grundgeräte.

12.5.1 Die Glühkathodenröhre

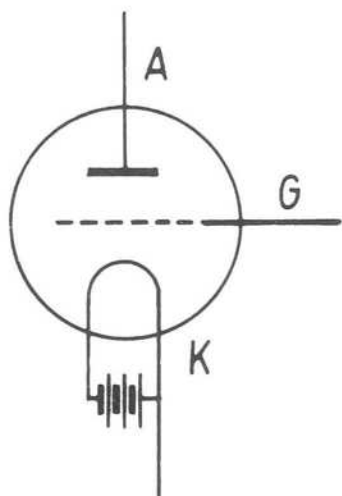
Träger des elektrischen Stromes sind die Elektronen, und zwar nur die freien, die nicht am Kern gebunden sind. Wo keine freien Elektronen sind, gibt es keinen Strom. Die freien Elektronen können sich im Kristall-



Quei apparat lubescha de decomponer aua, e miserar las componentas. Ins dat in tec sal all'aua. Dus glas fungheschan da recipients. Da sutensi catschan ins en duas electrodas empundadas cun ina tensiun ded ina batteria. Ei sesviluppescha en mingta glas in cert gas. Ina analisa muossa ch'igl ei oxigen e hidrogen. Il hidrogen seproducescha en dubla quantitat. Quei vul dir ch'ei setracti cheu ded in liquid H_2O , e quei ei aua. Da tala maniera san ins decomponer numerusas substanzas.



Soluziuns de metal, sco per exempel sulfat d'iom, soluziun d'argien, aur e nichel drovan ins per iromisar, argentar, sularar e nichelisar, quei vul dir, surtrer autras substanzas cun quels metals. Nies exempel muossa co igl irom ord la soluziun $CuSO_4$ va tier l'electroda negativa e surtrai quella cun irom. Tenor il fisicist Galvani numna ins quella tehnica galvanisaziun.



Quei schema ded ina trioda muossa la catoda (K) cun il filament de burnida che vegn alimentaus dalla batteria. Sissum ei la Anoda (A) e denter quellus electrodas sesanfla il garter (G). Sch'ins lai naven il garter, han ins ina dioda. Quella drovan ins il bia per redressar in current alternativ, quei vul dir de far ord in current che mida entrasora ses pols, in current che va mo en ina direcziun. Il filament della catoda furnescha ils electrons, e la anoda, connectada cul pol positiv, tila a sesezza quels electrons. Il mument che la anoda ei negativa, sa ei buca dar in current, perquei che l'anoda freida furnescha buca electrons. Quei current d'electrons san ins direger cun il garter, rinforzar e sminuir. Cul garter ensemen eis ei ina trioda, e quei ei in sistem adattaus per rinforzar undas electricas e surtut electro-acusticas.

Quei dessegn muossa igl effect ded ina dioda enten redressar il current alternativ.



ter cristallin d'in fildirom, mo senza forza supplementara buca bandunar la surfatscha. Quella forza supplementara sa p.ex. esser la calira. Basau sin quella ponderaziun ein ins vegnius alla schinumnada lampa a catoda caulda. Igl ei ina lampa de veider senz'aria, enten la quala duas electrodas ein buglidas en. Ina de quellus, numnada catoda, ei fatga en fuorma d'in filament de burnida cun duas sortidas anoviars. Ella sa pia vegnir messa en cauld de burnida entras ina fontauna de current. Il moviment de moleculs augmentau catscha electrons libers alla surfatscha dil fil. Els circumdeschan el sco in nibel. Vegn uss la secunda electroda, la freida, numnada anoda, colligiada al plus-pol, la catoda al minus-pol d'ina fontauna de tensiun, sche vegnan ils electrons tratgs ord la nebla alla anoda. Ei sefuorma in current d'electrons. En direcziun cuntraria sai buca dar in current perquei che l'electroda freida ha buca electrons libers. Mett'ins pia in current alternativ alla lampa, vegn quei current redressaus, v.d. el flessegia mo duront ina mesa perioda, numnadamein mintga gada che la catoda ei negativa. Quei current redressau ei in current continuau interrut, pulsont, sa denton cun agid de resistenzas e condensaturs vegnir ulivaus. In condensatur consista de duas plattas de metal, las qualas ein spartidas dad ina fetg satella rasada isolonta. Quellus san tschaffar cargas electricas semeglientamein ad in vischi che tschaffa aua. La funcziun dils condensaturs per la ulivaziun d'in current continuau pulsont, san ins mussar entras in experiment cun in vischi ded aua. Quei vischi dueigi haver giudem ina sbuccada. Ins empleini in recipient enten derscher viaden aua cun in tschadun. La sbuccada astga buc esser memia gronda; ella sto haver ina resistenza gronda avunda per ch'ins sappi mantener cul tschadun la medema altezia d'aua ella butschida. Schegie ch'il recipient vegn sura «cargaus» en stauschs, cula sut il current d'aua regular ord il sbuc. En medema moda vegn il condensatur cargaus cun

gitter eines Drahtes frei bewegen, aber ohne zusätzliche Energie die Oberfläche nicht verlassen. Diese Zusatzenergie kann z.B. eine Erhitzung des Drahtes sein. Gestützt auf diese Überlegung kam man zur sog. Glühkathodenröhre. Sie ist eine luftleer gemachte Glasröhre, in die zwei Elektroden eingeschmolzen sind. Die eine davon, Kathode genannt, ist als Heizfaden mit zwei Durchführungen ausgebildet. Sie kann also von Aussen durch eine Stromquelle zum Glühen gebracht werden. Die erhöhte Molekularbewegung treibt freie Elektronen an die Oberfläche des Fadens. Sie umgeben ihn wie eine Wolke. Wird nun die zweite, kalte Elektrode, Anode genannt, an den Plus-Pol, die Kathode an den Minus-Pol einer Spannungsquelle geschlossen, so werden die Elektronen aus der Wolke an die Anode gezogen. Es entsteht ein Elektronenstrom. In umgekehrter Richtung kann kein Strom entstehen, weil die kalte Elektrode keine freien Elektronen erzeugt. Legt man also einen Wechselstrom an die Röhre, wird dieser Strom gleichgerichtet, d.h. er fliesst nur eine halbe Periode lang und zwar jedesmal, wenn die Kathode negativ ist. Dieser Gleichstrom ist unterbrochen und pulsierend, kann aber mittels Widerständen und Kondensatoren geglättet werden. Ein Kondensator besteht aus zwei Metallplatten, die von einer sehr dünnen Isolationsschicht von einander getrennt sind. Diese können elektrische Ladungen aufnehmen, ähnlich wie ein Gefäss Wasser aufnimmt. Die Wirkungsweise des Kondensators bei der Glättung eines pulsierenden Gleichstroms kann man durch ein Experiment mit einem Wassergefäss zeigen. Das Gefäss soll unten einen Ausfluss haben. Man füllt das Gefäss, indem man mit einem Löffel Wasser hineingiesst. Die Öffnung darf dabei nicht zu gross sein; sie muss einen genügend grossen Widerstand haben, damit man mit dem Löffel den Wasserspiegel im Gefäss gleich hoch halten kann. Obwohl von oben das Gefäss stossweise «geladen» wird, fliesst unten ein re-

stuschadas dil current alternativ. Entras resistenza supplementara san ins effectuar ch'il current recepius piarda siu caracter d'onda.

Tschentan ins denter anoda e catoda ina tiarza electroda en fuorma d'in garter, sche daventa la lampa de dus pòls ina tala de treis pòls; ord ina dioda daventa ina trioda. Vid quei garter san ins metter tensiuns positivs e negativs. Ina tensiun positiva rinforza il flum d'electrons, perquei ch'el rinforza igl effect de pompa dell'anoda. Ina tensiun negativa vid il garter sa retener il flum d'electrons ni impedir dil tut. Il garter sa pia vegnir duvraus per reglar il flum anodic. Impurtont ei il fatg che immens pintgas tensiuns ed intensitads electricas al garter san metter en moviment grondas energias el circuit anodic. Mettan ins p.ex. vid in garter las frequenzas de tun allegadas en connex cull'electroacustica, sche vegnan quellas rinforzadas tochen al tschiendubel. La trioda sco element de rinforz ha menau l'entira tehnica de communicaziun sco era l'electroacustica alla pli gronda perfectiun.

12.5.2 La lampa de Röntgen

En ina lampa de vacuum laian ins curdar cun gronda spertadad ils electrons ded ina catoda caulda encunter in impediment, p.ex. encunter ina platta d'alumini. Entras la rebattida sefuorman novs e nunveseivels radis che possedan natira de glisch ed ein el cass de penetrar corps nuntransparents. Cunquei ch'il tessiu dil tgierp human, l'ossa u era abscess, biergnas el tgierp human absorbeschan buca tutta ferm, san ins cun agid dils radis de Röntgen far maletgs fotografics dils organs interns. Quels radis vegnan era duvrai terapeutamein per tractar biergnas internas; ellas muntan in'impurtonta rolla per las retschercas dils garters de cristall. Il fisicist Röntgen (1845–1923) ha buca giu

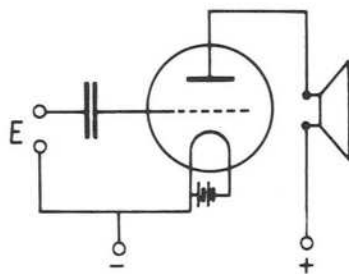
gelmässiger Wasserstrom aus der Öffnung. Auf diese Art wird auch der Kondensator durch die Halbwellen des Wechselstroms stossweise geladen. Durch zusätzliche Widerstände kann man bewirken, dass der entnommene Strom die Wellennatur verliert.

Fügt man zwischen der Anode und Kathode eine dritte Elektrode in Form eines Gitters ein, so wird die Zweipolröhre (Diode) zu einer Dreipolröhre (Triode). An dieses Gitter kann man positive oder negative Spannungen anlegen. Eine positive Spannung verstärkt den Elektronenfluss, weil dadurch die Pumpwirkung der Anode zunimmt. Eine negative Spannung am Gitter kann den Elektronenstrom zurückhalten oder ganz verhindern. Das Gitter kann also zur Steuerung des Anodenstroms benützt werden. Wichtig ist die Tatsache, dass am Gitter kleinste Spannungen mit kaum messbarer Stromstärke grosse Stromenergien im Anodenkreis auslösen können. Legt man z.B. an das Gitter die bei der Elektroakustik erwähnten Tonfrequenzen, so werden diese bis auf das Hundertfache verstärkt. Die Triode als Verstärkerelement hat die ganze Nachrichtentechnik und die Elektroakustik zu grosser Vollkommenheit geführt.

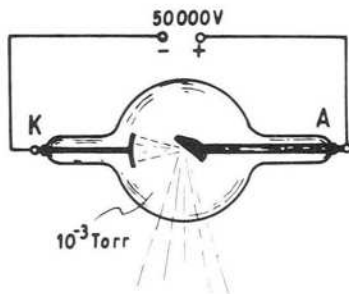
12.5.2 Die Röntgenröhre

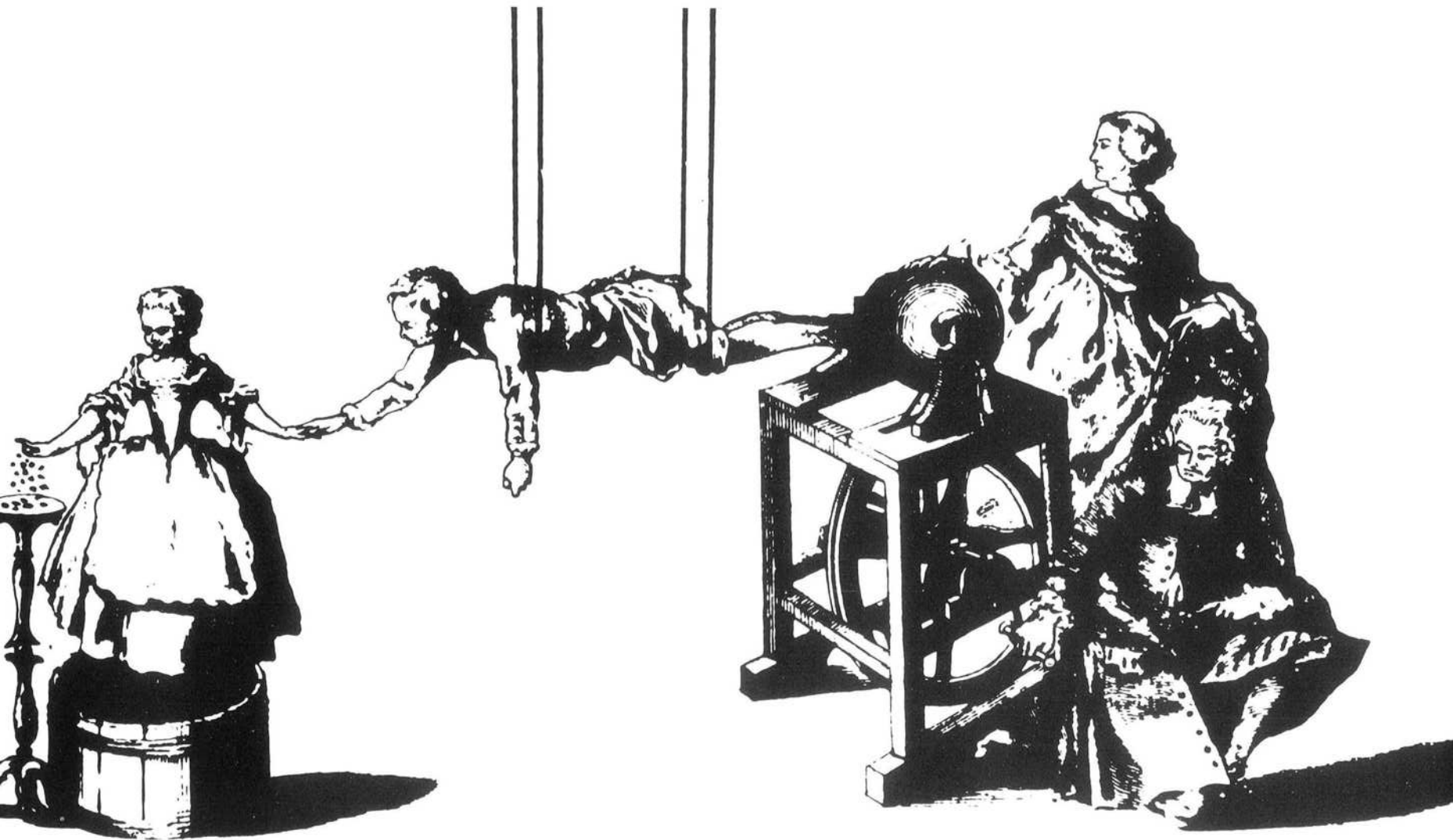
In einer Vakuumröhre lässt man von einer Glühkathode Elektronen mit grosser Geschwindigkeit gegen ein Hindernis, z.B. Aluminiumplatte, fallen. Durch den Anprall entstehen neue, unsichtbare Strahlen, die Lichtnatur besitzen und auch undurchsichtige Körper durchdringen. Da die Gewebe, Knochen oder auch Geschwüre des menschlichen Körpers diese Strahlen verschieden stark absorbieren, kann man mittels Röntgenstrahlen photographische Bilder der inneren Organe erhalten. Diese Strahlen werden auch therapeutisch zur Bestrahlung von inneren Geschwüren verwendet und bilden in der Untersuchung der Kristallgitter eine wichtige Rolle. Der Physiker Röntgen (1845–1923) nahm

Il diagram simplificau ded in rinforzader consista dals suandonts elements: E ei l'entrada, leu vegn connectau las undas electricas ch'ins vul rinforzar. Quellas diregian il current anodic cun agid dil garter, quei vul dir, il current d'electrons che va dalla catoda alla anoda. Las undas rinforzadas sefan udir egi aultplidader.



La lampa de Röntgen ha duas electrodas. La gronda tensiun de bia mellis volts ed il grond vacuum effectueschan il current electronic de gronda «direzia». Ils electrons settan encunter l'anoda e leu daventan novas undas buca electricas, mobein de natira de glisch, denton nunveseivlas. Ils emprems experimentaders suenter Röntgen savevan aunc buca dils gronds prighels de quella radiaziun ed ein sebarschei malamein.





Ina remarcabla successiun de fatgs d'emprova per demostrar electricidad statica, projectada dal fisic **William Watson**, 1715–1787.

priu dretgs de patenta per sia scoperta. Aschia ha la carstgaunad saviu far diever immediat de quella impurtonta scuvretga. Röntgen sez ei morts muort subnutriziun!

12.5.3 La lampa a imagens – La lampa de Brown

Quella lampa vegn era numnada «lampa de radis catodics dirigi», perquei che en quella vegnan ils radis catodics deviai entras camps electric e magnetic. El pèr de Brown vegnan ils radis catodics (quei ein ils electrons che semovan) fochisai epi tarmess denter duas electrodas en fuorma de plattas. Secund il cargament electric dellas plattas vegn il radi deviaus a dretg u a seniester. In secund pèr de plattas fa pusseivel la deviazion engiu- ed ensiviar. Il radi vegn veseivels sco punct sin in scan. Cun far diever ded adattadas tensiuns alternadas ch'ins dat sillas plattas de direcziun, san ins catschar il punct sur igl entir scan vi e neu aschi spert ch'ei dat per igl egl in spazi alv. Il sbrinzlar dil scan de televisiun demuossa ch'ei setracta de lingias de glisch che viageschan da sura a sut. Cun agid ded in apparat special, vegn igl imagen ch'ins vul propagar, tuccaus en gronda spertadad punct per punct dad in radi. Las differenzas intensitads digl imagen vegnan transformadas en tensiuns electricas. Quellas differenzas d'intensitad sco tensiuns variontas vegnan transmessa ed ein el cass cun agid d'in'ulteriura electroda de reglar la clarezia dil scan de televisiun. Aschia seformescha per igl egl in maletg vivent, schegie ch'en mintga mument il radi catodic tucca mo in sulet punct dil scan.

12.5.4 Cellas fotoelectricas – Transistors

Sco la calira de burnida tier las lampas de catodas caudas sa la glisch far liber electrons da metals. Ins sa pia era en pintga mesira transformar energia de glisch en electrica. Per far quei drovan ins specialas mate-

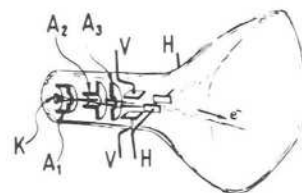
für seine Entdeckung kein Patent, damit die Strahlen sehr bald der ganzen Menschheit nützen könnten. Er starb an Unterernährung!

12.5.3 Die Bildröhre – Brown'sche Röhre

Diese Röhre wird auch Kathodenstrahlröhre genannt, weil darin die Kathodenstrahlen durch elektrische oder magnetische Felder abgelenkt werden. In der Brown'schen Röhre werden die Kathodenstrahlen (das sind die bewegten Elektronen) zuerst gebündelt und dann durch zwei plattenförmigen Elektroden geschickt. Je nach der elektrischen Ladung der Platten, wird der Strahl rechts oder links abgelenkt. Ein zweites Paar Platten ermöglicht die Ablenkung nach oben und unten. Der Strahl wird auf einem Schirm sichtbar als Punkt. Durch Verwendung geeigneter Wechselspannungen, die man auf die Steuerplatten gibt, kann man den Punkt über die ganze Schirmfläche hin und her jagen, sodass für das Auge eine helle Fläche entsteht. Das Flimmern des Fernsehschirmes zeigt an, dass es sich um Lichtzeilen handelt, die rasch von oben nach unten wandern. Das zu sendende Bild wird durch einen eigenen Apparat ebenso rasch mit einem Lichtstrahl abgetastet und die Lichtunterschiede in elektrische Spannungsunterschiede verwandelt. Diese Lichtunterschiede als elektrische Wechselspannungen sind im Stande, mittels einer weiteren Elektrode die Helligkeit des Fernsehschirmes zu steuern. Damit entsteht für das Auge ein lebendes Bild, obwohl in jedem Augenblick der Kathodenstrahl nur an einem bestimmten Punkt des Schirmes auftrifft.

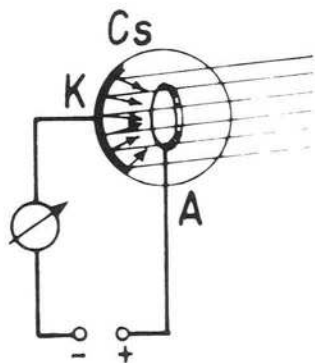
12.5.4 Photozellen – Transistoren

Wie die Glühhitze bei der Glühkathodenröhre, so kann auch Licht Elektronen aus Metallen befreien. Man kann also auch in kleinem Masse Lichtenergie in elektrische umwandeln. Dazu braucht man besondere

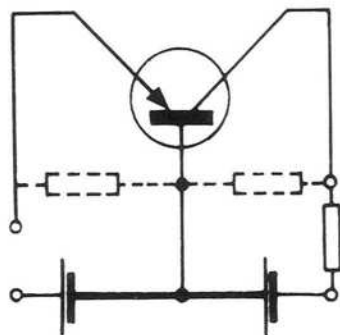


La lampa ad imagens u de Brown vegn applicada per la televisiun. Nus lein far en patratgs igl experiment de malegiar silla tabla in maletg sulettamein cun puncts in sper l'auter. Quels puncts ston en mintga liug haver la dretga intensitad e color. Ei drova in per melli puncts, e nus duvrein per la pictura forsa duas uras temps. Cura che quei maletg ei finius, fagein nus in secund che dat il maletg sco el vegn ad esser ina 25a-vla secunda pli tard.

Per in maletg viv ded ina secunda duvrein nus 25 maletgs. Quels dessan a nies egl in maletg viv, sch'ins savess porscher agl egl tuts 25 maletgs en ina secunda. La televisiun presta quella lavur. La rida cun tuttas colors pusseivlas ei in radi electronic della lampa. Ella drova mo ina ventgatschunavla secunda per dar in imagen, pia producescha ella 25 imagens en ina secunda. Per far quei maletg de mellis e mellis puncts survegn la lampa impuls dagl emitur, e quel sto medemamein palpar cun tonta spertadad igl object ch'el vul transmitter. Mintga secunda ein pia sil scan digl apparat de televisiun 625 lingias cun 500 000 puncts originals.



La glisch ed era il cauld ei el cass de liberar ord metals ils electrons ed aschia effectuar in current electric. Quei ein las fotocellars, ils fototransistors e biars auters indrezs.



La lampa a catoda caulda (12.5.1) vegn ozildi remplazzada pli e pli entras il transistor, in element rinforzont senza catoda caulda, che drova bia pli pauca energia, ed ei 100 tochen 1000 gadas pli pigns e pli levs. Sia funcziun ei pli complicada ded explicar. Il principi resta denton il medem: In ferm current electronic vegn dirigijs analogicamein entras in pli fleivel.

rias che surdattan levamein lur electrons. De quellas cellas fotoelectricas vegnan duvradas per direger de tuttas specias d'apparats. La lampa d'avertiment sin vias en construcziun ei drizzada de maniera ch'il clar dil di sclauda la lampa sur in relais. Schi spert ch'ei fa brin s'envida la lampa, denton sia atgna glisch stez-a puspei ella. Ella funcziunescha sco in interruptur magnetic.

Transisturs sorprendan pli e pli l'incumbensa de lampas de catodica caulda. Quellas mettan en disposiziun electrons entras il cauld della catoda. Ils transisturs ein de material de pintga conductibladad. Entas ina minima aschunta ded atoms jasters vegn contonschiu in stadi freid de gronda labilitad. Quella semida en gronda ed analoga conductibladad entas las pli fleivlas midadas ded ina tensiun reglativa.

Il schema funzional de tuts amplifcaders ei il medem: In pign current de regladi dat liber in pli grond, che vegn spisgentaus dad ina fontauna de current pli gronda. Vegn quei current pli grond mo claus u sclaus entas l'electroda de regladi, sche numnan ins quei ina disposiziun digitala («en ed ora»). L'altezia della tensiun de regladi ei en quei cass buca relevanta. Auter eis'ei tier la disposiziun analoga, per la quala la tensiun che sorta stat en exacta proporziun cun quella che entra ella electroda de regladi. (rinforz, «volumen»). Clintgas electronics e maschinas de quintar ein disposiziuns digitalas, rinforzaders denton adina disposiziuns analogas.

12.6 Producciun e radiaziun d'undas electromagneticas

Il current alternativ tehnic ei ina oscillaziun de $\nu = 50$ Hertz. Sia lunghezia d'unda munta a 600 km. Schi liungas undas ein per ina gronda derasaziun senza effect. Ins producescha undas electricas bia pli cuortas dellas frequenzas $\nu = 30000$ tochen bunamein in billiun oscillaziuns per secunda. Quei corrispunda ad ina lunghezia d'unda da 10 000 m tochen sut 1 mm.

Stoffe, die ihre Elektronen leicht abgeben. Solche Photozellen werden zum Steuern verschiedener Apparate verwendet. Die Warnlampe beim Strassenbau ist so geschaltet, dass das Tageslicht die Lampe über ein Relais ausschaltet. Sobald Dämmerung eintritt, zündet die Lampe, aber ihr eigenes Licht schaltet sie wieder aus. Sie funktioniert wie ein Unterbrecher.

Transistoren übernehmen mehr und mehr die Aufgabe der Glühkathodenröhre. Während diese durch Heizung der Kathode die Elektronen bereit stellt, wird im schlechtleitenden Transistor durch geringe Verunreinigung durch Zusatz fremder Atome, ein kalter Zustand erreicht, der durch kleinste Steuerspannungen eine grosse analoge Leitfähigkeit erzeugt.

Das Funktionsschema bei allen Verstärkern ist das gleiche: Ein kleiner Steuerstrom löst einen grösseren aus, der durch eine Stromquelle gespeist wird. Wird durch die Steuerelektrode ein zweiter Strom nur ein- und ausgeschaltet, so nennt man dies eine Digitalschaltung. Die Höhe der Steuerspannung ist nicht wichtig, im Gegensatz zur analogen Schaltung, bei der die Grösse des gesteuerten Stromes im genauen Verhältnis zur Steuerspannung steht. Elektronische Schalter und Rechenmaschinen sind Digitalschaltungen, Verstärker jedoch immer analoge Schaltungen.

12.6 Erzeugung und Ausbreitung elektromagnetischer Wellen

Der technische Wechselstrom ist eine Schwingung mit der Frequenz $\nu = 50$ Hertz. Seine Wellenlänge beträgt 600 km. So lange Wellen sind für eine weite Ausbreitung unwirksam. Man erzeugt viel kürzere elektrische Wellen von der Frequenz $\nu = 30000$ bis fast zu einer Billion Schwingungen pro Sekunde. Dies entspricht einer Wellenlänge von 10 000 m bis zu einigen mm.

12.6.1 Il descargar d'in condensatur. – Las plattas d'in condensatur vegnan cargadas cun in'aulta tensiun e scargadas entras cuort-circuit. Quell'uisa dat ei ina brastga. Schegie che quella brastga ei fetg cuorta, setract'ei tuttina d'in current alternativ de fetg aulta frequenza. Per saver mussar quei cludein nus vid il condensatur in spiel d'inducziun; quei ei in toc fier zulaus cun fildirom. Cun quei vegn la frequenza pli pintga ed udibla sco tun, sche nus menein in ton dil current sur in spiel secundar en in aultplidader. Tier mintga scargada audan ins in cuort tun. Sia altezia semida culla grondezia dil condensatur e dil spiel. Bia spiralas, in grond nuschegl e grond condensatur, retardan la frequenza e cuntrari.

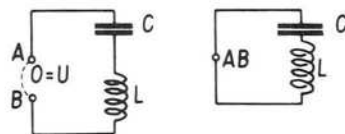
12.6.2 Undas relaxadas. – L'unda ei denton relaxada, vul dir che sia amplituda sedimineschi spert. Quei selai mussar cun agid d'in oscillograf. Nus explichein la formaziun de quellas undas relaxadas: la disposiziun combinada de spiel d'inducziun e condensatur, numnein nus «circuit oscillont». Tiel scargar il condensatur sefuorma el spiel in camp magnetic. Cun quei che nus havein cheu ina midada e ch'in circuit claus sesanfla in quei camp, seformescha in current d'inducziun en direcziun cuntraria, che carga il condensatur el senn cuntrari. Quella carga fluescha ussa puspei el spiel ed il giug secontinuescha, tochen che l'energia ei consumada. Ella daventa per part calira. Quellas undas relaxadas han ina gronda purtada ed ein vegnidas duvradas pli baul per telegrafar. Per la transmissiun de frequenzas de tun ein ellas nunadattadas.

12.6.3 Undas nunrelaxadas. – Undas nunrelaxadas san ins producir enten menar ina part dellas undas che seformeschan tier la scargada, sin l'electroda de regladi ded ina

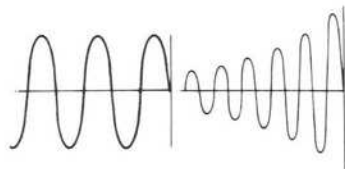
12.6.1 Entladung eines Kondensators. – Die Platten eines Kondensators werden durch Anlegen einer hohen Spannung geladen und durch Kurzschliessen entladen. So entsteht ein Funke. Obwohl dieser Funke sehr kurz ist, handelt es sich doch um einen Wechselstrom von sehr hoher Frequenz, hochfrequente Welle genannt. Um dies zu zeigen, schalten wir an den Kondensator eine Induktionsspule; das ist ein mit Draht bewickelter Eisenkern. Damit wird die Frequenz kleiner und als Ton hörbar, wenn wir über eine Sekundärspule einen Teil des Stromes in einen Lautsprecher leiten. Bei jeder Entladung hört man einen kurzen Ton. Seine Höhe ändert sich mit der Grösse des Kondensators und der Spule. Viele Windungen, grosser Kern und grosser Kondensator verlangsamen die Frequenz und umgekehrt.

12.6.2 Gedämpfte Wellen. – Diese Welle ist aber gedämpft, d.h. ihre Amplitude nimmt rasch ab, was man mit Hilfe eines Oscillographen sichtbar machen kann. Wir erklären das Entstehen dieser gedämpften Welle: Die Schaltung von Induktionsspule und Kondensator nennen wir einen Schwingkreis. Beim Entladen des Kondensators über eine Induktionsspule entsteht in der Spule ein magnetisches Feld. Da dies eine Veränderung darstellt, und ein geschlossener Kreis in diesem Feld sich findet, entsteht ein Induktionsstrom in entgegengesetzter Richtung, der den Kondensator entgegengesetzt auflädt. Diese Ladung strömt nun wieder in die Spule und das Spiel setzt sich fort, bis die Energie aufgezehrt ist. Sie wird zum Teil zu Wärme. Diese gedämpften Wellen haben eine grosse Reichweite und wurden früher zum Telegraphieren benützt. Für die Übertragung von Tonfrequenzen sind sie ungeeignet.

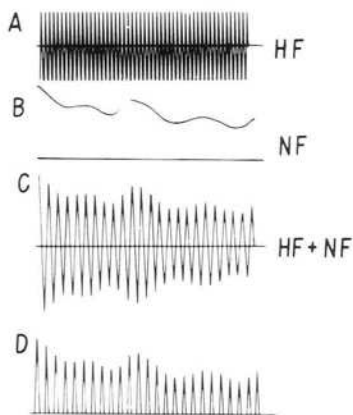
12.6.3 Ungedämpfte Wellen. – Man kann sie erzeugen, indem man einen kleinen Teil der durch Entladung entstehenden Welle auf die Steuerelektrode einer Triode führt, die



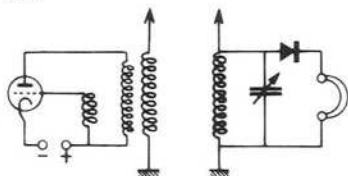
In tscherchel oscillatoric consista d'in spiel e d'in condensatur C. Quel vegn cargaus cura ch'ins connecta A e B cun ina fontauna d'electricitad. Empuneschan ins lu A cun B, sche va quella energia vi sil spiel, e lez dat puspei anavos ella. Arvan ins dapart las duas plattas dil condensatur, sche radiescha ina part de quella energia ondulara el spazi lontan.



Las undas el tscherchel oscillatoric ein relaxadas, vul dir lur amplituda sesminuescha. Per la transmissiun radiofonica e televisionaria drovan ins undas nunrelaxadas.



Radio e televisiun tarmettan undas ded aulta frequenza nunrelaxadas (A). Las undas de bassa frequenza (frequenza de tun) (B) vegnan surponidas allas undas ded aulta frequenza. Lezzas ein buns purtaders e tonschan lunsch. Alla staziun retscheventa vegnan quellas undas de tun puspei «sgarmadas» naven, demoduladas e lu tractadas dapersei en rinforzadas. Cun quei che las undas C (HF+NF) sestezzan tenor 10, ston ins enten demodular era redressar quellas undas, q.v.d. tagliar naven la mesadad (D).



Ina staziun d'emissiun applichescha in cerchel oscillatoric serrau cun in aviert en fuorma de transformatur. Il post retschevent ha in tscherchel variabel per saver semetter en resonanza cugi emitur giavischau.

trioda. Quella diregia il current anodic alla medema frequenza ed amplituda constanta. Aschia dat ei el circuit anodic ina unda nunrelaxada, alimentada dalla tensiun anodica. La frequenza de quella unda survarga la sava de nossa uvida. Sin quella unda vegn la frequenza de tun modulada ed el liug de recepciun puspei demodulada.

El liug de recepciun sto in circuit oscillont corrispunder exact alla frequenza digl'emittur per che silmeins ina pintga part dell'energia d'ondas tarmessa viado sappi vegnir recepada. Amplificaders rinforzan quella pintga energia per alimentar sufficientamein igl aultplidader. In indrez de radio consista pia d'in'emittur che producescha undas, aultfrequentas, moduladas entras frequenza de tun. La radiaziun succeda enten transportar l'energia d'ondas moduladas dad in circuit oscillont claus sin in circuit aviert. Quei circuit aviert consista d'in'antenna e tiara, che remplazza las duas plattas de condensaturs, ch'ei, sco tier il transformatur copulaus el circuit dil spiel primar. Cun quei che mintga emittur tarmetta ina speciala lunghezia d'onda, san ins el liug de recepciun vegnir en resonanza cun mintga staziun entras accordar il circuit d'oscillaziun allas undas giavischas.

L'atmosfera ei pia plena de mellis differentas undas electricas. Igl ei bien de buca veser quellas. Quei fuss in maletg tut ners da mellis differentas undas. Igl ei bien de buca udir ellas. Quei fuss in concert ord mellis aultplidaders, mintgin cun siu agen program.

dann den Anodenstrom zu gleicher Frequenz und Amplitude anregt und aufrecht erhält. Es entsteht also im Anodenkreis, durch die Anodenspannung gespeist, eine ungedämpfte Welle. Ihre Frequenz übersteigt die Hörgrenze. Auf dieser Trägerwelle wird die zu übertragende Tonfrequenz überlagert und am Empfangsort wieder entnommen.

Am Empfangsort muss ein Schwingkreis genau auf die Frequenz des Senders abgestimmt sein, damit durch Resonanz wenigstens ein kleiner Teil der ausgesandten Wellenenergie empfangen werden kann. Verstärker sorgen dann für die Lautstärke. Eine Rundfunkanlage besteht also aus einem Sender, der hochfrequente Wellen erzeugt und diese durch Tonfrequenz moduliert. Die Ausbreitung geschieht dadurch, dass die modulierte Wellenenergie vom geschlossenen Schwingkreis auf einen offenen übertragen wird. Dieser offene Kreis besteht aus Antenne und Erdung, welche die zwei Kondensatorplatten ersetzen, und aus einer Spule, die wie bei einem Transformator mit der Primärspule im geschlossenen Kreis gekoppelt ist. Da jeder Sender eine besondere Wellenlänge aussendet, kann man am Empfangsort mit jeder Station durch Veränderung des Schwingkreises in Resonanz gelangen.

Die Luft also ist erfüllt von tausend verschiedenen elektrischen Wellen. Es ist gut, dass man sie nicht sieht. Das wäre ein schwarzes Bild aus lauter Wellen. Es ist gut, sie nicht zu hören. Das wäre ein Konzert aus tausend Lautsprechern, jeder mit dem eigenen Programm.

«Ussa, amicabel lectur, buca emblida la fin e mira de tut quellas caussas, quei vul dir l'enconuschientscha, admiraziun e veneraziun dil tutsabi Creatur».

«Jetzt aber, freundlicher Leser, vergiss nicht den Zweck aller dieser Dinge, das ist die Erkenntnis, Bewunderung und Verehrung des allweisen Schöpfers».
(Johannes Kepler 1473–1543)

SCUMIADA D'UNITADS DE PRESSIUN – UMRECHNUNG VON DRUCKEINHEITEN

	N/m^2	mbar	at	mmWS	atm	Torr
1 N/m^2 =	1	10^{-2}	$1,02 \cdot 10^{-5}$	0,102	$0,987 \cdot 10^{-5}$	$0,75 \cdot 10^{-2}$
1 mbar =	10^2	1	$1,02 \cdot 10^{-3}$	10,2	$0,987 \cdot 10^{-3}$	0,750
1 at =	$0,981 \cdot 10^5$	981	1	10^4	0,968	736
1 mmWS =	9,81	$0,981 \cdot 10^{-1}$	10^{-4}	1	$0,968 \cdot 10^{-4}$	0,0736
1 atm =	$1,01 \cdot 10^5$	1013	1,033	10333	1	760
1 Torr =	133	1,33	$1,36 \cdot 10^{-3}$	13,6	$1,32 \cdot 10^{-3}$	1

SCUMIADA DE VALURS ENERGETICAS – UMRECHNUNG ENERGETISCHER EINHEITEN

	Joule	kWh	kpm	kcal	eV
1 J = Nm =	1	$2,78 \cdot 10^{-7}$	0,102	$0,239 \cdot 10^{-3}$	$0,624 \cdot 10^{19}$
1 kWh =	$3,6 \cdot 10^6$	1	$3,67 \cdot 10^5$	860	$2,25 \cdot 10^{25}$
1 kpm =	9,81	$2,72 \cdot 10^{-6}$	1	$2,34 \cdot 10^{-3}$	$0,612 \cdot 10^{20}$
1 kcal =	$4,19 \cdot 10^3$	$1,16 \cdot 10^{-3}$	427	1	$2,61 \cdot 10^{22}$
1 eV =	$1,6 \cdot 10^{-19}$	$4,45 \cdot 10^{-26}$	$1,63 \cdot 10^{-20}$	$3,83 \cdot 10^{-23}$	1

SCUMIADA DE VALURS DE PRESTAZIUN – UMRECHNUNG VON LEISTUNGSEINHEITEN

	Watt	kpm/s	PS	cal/s	kcal/h
1 Watt = 1 J/s =	1	0,102	$1,36 \cdot 10^{-3}$	0,239	0,860
1 kpm/s =	9,81	1	$1,33 \cdot 10^{-2}$	2,34	8,43
1 PS =	735,5	75	1	176	632
1 cal/s =	4,19	0,427	$0,569 \cdot 10^{-2}$	1	3,60
1 kcal/h =	1,16	0,119	$1,58 \cdot 10^{-3}$	0,278	1

TABELLA SINOPTICA: CURRENT D'AUA – CURRENT ELECTRIC

La noziun current includa	per l'aua	per l'electricidad
1. Enzatgei che fluescha	Daguots ded aua Moleculs ded aua	Parts elementaras d'electricidad Electrons u Jons
2. Enzatgei enten il qual fluescha	Conduct ded aua Vau ded aua, Vau dil dutg	Conduct electric Fildirom conductiv
3. Enzatgei che effectuescha il fluir	Pendenza Pressiun (kp/cm^2 ; at)	Tensiun U en Volt (V) Potenzial
4. Ina certa quantitat u massa che cula	In liter = dm^3 (l) = ca. 5 000 daguots	In Coulomb (Cb) $225 \cdot 10^{16}$ electrons
5. Prestaziun quantitativa = quantitat che fluescha en 1 sec.	Intensidad de current Liter per secunda, per minuta	Intensidad (I) = Coulomb per sec = Ampere (A)
6. Reglada della quantitat entras resistenza adattada per evitar inundaziuns	Limitaziun della Intensidad entras il diameter dil conduct u ventils de reducziun.	Limitaziun della Intensidad entras adattada grossezia dil fildirom, entras fildirom resistiv, Impedanza. – Resistenza en Ohm (Ω), resistenza specifica (ρ). Schurmetg encunter cuortcircuit.
7. Qualitad dil conduct che levgiescha il fluir. – Valur reciproca della resistenza.	Conductibladad dada entras il diameter e qualitad d'uliveza dil conduider.	Conductibladad sco valur reciproca della resistenza, dada entras il diember dils electrons libers u il grad de jonisaziun dil conduider.

8. Prestaziun d'in current

$$= \frac{\text{Lavor}}{\text{temps}} = \frac{\text{Forza} \cdot \text{Via}}{\text{temps}}$$

Prestaziun della aua

$$N = \frac{\text{Peisa (P)} \cdot \text{altezia (h)}}{\text{Temps (t)}}$$

$$N = \frac{p \cdot h \text{ kpm}}{t \text{ (sec)}}; \text{ autramein:}$$

$$N = \frac{F \text{ (Newton)} \cdot h \text{ (m)}}{T \text{ (sec)}} = \frac{F \cdot h}{t} \text{ Nm/sec}$$

$$N = \frac{F \cdot h}{t} \text{ Joule/sec (Watt)}$$

Prestaziun della Electricitad

$$N = \frac{\text{Carga electrica (Cb)} \cdot \text{Tensiun (U)}}{\text{Temps (t)}}$$

$$N = \frac{Cb \cdot U}{t} = \frac{Cb}{t} \cdot U; \frac{Cb}{t} = I \text{ (A)}$$

$$N = I \text{ (A)} \cdot U \text{ (V) Watt, u era:}$$

$$N = I \cdot U \text{ Joule/sec}$$

9. Lavor = Forza · Via, u:
Lavor = Prestaziun · Temps,
perquei che
Prestaziun ei Lavor en ina
secunda.

Lavor della aua:
 $W = F(N) \cdot h(m) = P \cdot h \text{ Joule}$
u era:
 $W = N \cdot t \text{ Joule}$

Lavor della Electricitad:
 $W = I \cdot U \text{ (J/sec)} \cdot t \text{ (sec)}$
 $w = I \cdot U \cdot t \text{ Wattsecundas u era: Watturas}$

10. Flums ein vecturs, els
han ina certa direcziun.
Quella vegn midada mo
entras forzas jastras.

En mintga punct dil current u dil conduct vegn e
va l'aua. Quellas direcziuns ein diametralas.

Il punct, danunder ch'ils electrons partan, ei il
pol positiv, nua ch'els arrivan ei il pol negativ.
Midan ils pols reguladamein e spèrt, sche numnein
nus quei in current alternativ. Il current continuau
mida buca ils pols.

11. La direcziun d'in flum
va dagl ault nivel al bass.

L'aua cula als loghens de pintga pressiu, e quei
pervia della attracziun della tiara, tochen alla
ulivada ded altezia.

Ils electrons flueschan dal tgierp de gronda
tensiun a quel de pintga tensiun tochen che la
densitad ded electrons ei ulivada.

12. Ils corps san esser
«cargai» pli u meins da
differentas qualitads, san
p.ex. esser pli claras,
grondas, caudas che
autras. En dus corps cargai
medemamein, p. ex. tuttina
caudas, ein els visavi ina
l'otra neutrals.

Pliras quantitads ded aua san esser cargadas da
different catsch (pressiu) secund l'altezia de
nivel. En bischels colligai s'uliveschan las
altezas, ei dat in current.

Tuts ils corps ein cargai cun electrons u protons.
Dat ei pli biars electrons che protons, sche ei il
tgierp cargaus negativamein. Tuttina biars dattan
in stadi neutral. In surpli de protons ei ina carga
positiva dil tgierp. Protons ein adina ligai vid
materia e perquei culan mo ils electrons per
ulivar ora tensiuns.

VERGLEICHSTABELLE: WASSERSTROM – ELEKTRISCHER STROM

Der Begriff <i>Strom</i> schliesst in sich	beim Wasser	bei der Elektrizität
1. <i>Etwas</i> , das strömt	Wassertropfen Wassermoleküle	kleinste elektrische Teile Elektronen oder Ionen
2. <i>Etwas, worin</i> es strömt	Wasserleitung Flussbett	Elektrische Leitung Leitungsdraht
3. <i>Etwas</i> , das ein Fliesen <i>bewirkt</i>	Gefälle Druck (kp/cm^2 ; at)	Spannung U in Volt (V) Potential
4. Eine bestimmbare Menge oder Masse, die fliesst	Ein Liter = dm^3 (l) = ca. 5 000 Tropfen	Ein Coulomb (C) $225 \cdot 10^{16}$ Elektronen
5. Mengenleistung, d. h. die Menge die in einer Sekunde fliesst	Stromstärke Liter pro Sekunde – Sekundenliter Liter pro Minute – Minutenliter	Coulomb pro Sekunde, – Sekundencoulomb Stromstärke I = Ampere (A)
6. Regulierung der Menge durch einen geeigneten Wirk-Widerstand. Schutz gegen Überschwemmung	Begrenzung der Stromstärke durch Wahl des des Leitungsquerschnittes. Drosselung durch Regulierventile.	Begrenzung der Stromstärke durch geeignete Drahtdicke, Widerstandsdraht, Drosseln. – Widerstand R in Ohm (Ω), spezifischer Widerstand ρ . Schutz gegen Kurzschluss.
7. Eigenschaft des Leiters, die das Fliesen erleichtert. – Kehrwert des Widerstandes.	Leitfähigkeit gegeben durch den Querschnitt Beschaffenheit der Gleitfläche des Leiters	Leitfähigkeit als Kehrwert des Widerstandes, gegeben durch die Anzahl der freien Elektronen oder den Ionisationsgrad des Leiters

8. Leistung des Stromes

$$= \frac{\text{Arbeit}}{\text{Zeit}} = \frac{\text{Kraft} \times \text{Weg}}{\text{Zeit}}$$

Leistung des Wassers N

$$N = \frac{\text{Gewicht (P)} \times \text{Höhe (h)}}{\text{Zeit (t)}}$$

$$N = \frac{P \cdot h \text{ kpm}}{t \text{ (sec)}}; \text{ oder}$$

$$N = \frac{F \text{ (Newton)} \cdot h \text{ (m)}}{T \text{ (sec)}} = \frac{F \cdot h}{t} \text{ Nm/sec}$$

$$= \frac{F \cdot h}{t} \text{ Joule/sec} = F \cdot h \text{ Watt}$$

Leistung der Elektrizität N

$$N = \frac{\text{Elektrizitätsmenge (C)} \cdot \text{Spannung (U)}}{\text{Zeit (t)}}$$

$$N = \frac{C \cdot U}{t} = \frac{C}{t} \cdot U; \frac{C}{t} = I(A)$$

$$N = I(a) \cdot U(V)$$

$$N = I \cdot U \text{ Watt}$$

$$N = I \cdot U \text{ Joule/sec}$$

9. Arbeit ist Kraft mal Weg
oder: Arbeit ist Leistung mal
Zeit, weil Leistung die Arbeit
pro Sekunde ist

Arbeit des Wassers W

$$W = F(N) \cdot h(m) = P \cdot h \text{ Joule}$$

oder:

$$W = N \cdot t \text{ Joule}$$

Arbeit der Elektrizität W

$$W = I \cdot U \cdot t \text{ Joule}$$

oder:

$$W = I \cdot U \text{ Wattsekunden, KW Stunden.}$$

10. Richtung des Stromes:
Richtung und Gegenrichtung.
Wechselrichtung

An jedem Punkt der Leitung kommt und geht das
Wasser

In der Richtung, in welcher die Elektronen fortgehen,
ist der Plus-Pol, wo sie ankommen, der Minus-Pol.
Wechsel die Richtung rasch, so ist es Wechselstrom,
ändert sich die Richtung nicht, Gleichstrom.

11. Flussrichtung:
Stromrichtung vom höheren
zum niedrigeren Niveau

Das Wasser fliesst zu Stellen des niedrigeren
Druckes, und zwar infolge der Erdanziehung, bis
zum Ausgleich der Höhen.

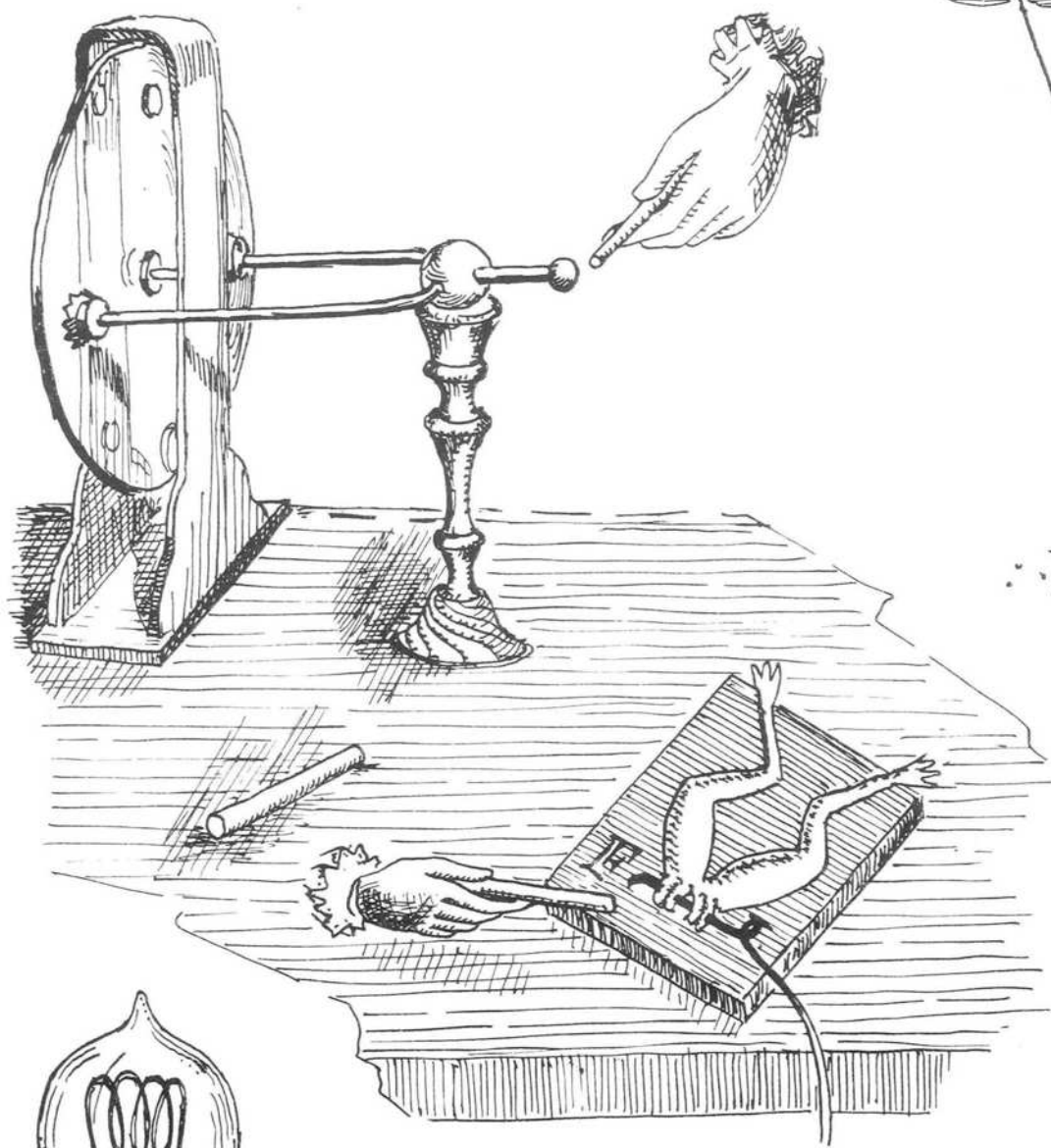
Die elektronen fliessen vom Körper höherer
Spannung zum Körper niedrigerer Spannung bis
zum Ausgleich der Elektronendichte.

12. Die Körper können mit
irgend einer Eigenschaft
oder weniger geladen sein,
z. B. heller, wärmer, grösser
sein als andere. Sind zwei
Körper gleich geladen, z. B.
gleich warm, so verhalten sie
sich einander gegenüber
neutral.

Verschiedene Mengen Wasser können in bezug auf
Niveauhöhe gleich oder verschieden sein. Bei
verbundenen Röhren gleichen sich die Höhen aus.
Es entsteht ein Stromfluss

Alle Körper sind mit Elektronen oder Protonen
geladen. Sind mehr Elektronen als Protonen
vorhanden, so ist der Körper negativ geladen, bei
gleicher Anzahl neutral und beim Überwiegen der
Protonen positiv. Da die Protonen immer an Materie
gebunden sind, fliessen zum Ausgleich nur die freien
Elektronen.

RADIOSCOLA



FISICA 4