

Extractes i Traduccions

SOBRE LA TEORIA SINTETICA DELS CAMPS *

EL mes de gener de 1929, marca en la història de la relativitat general, una data important; aquella en la qual el senyor EINSTEIN, abandonant la teoria de la mecànica relativista que ell havia sostingut fins ací, sense arribar a un sistema coherent, intenta, en una memòria presentada a l'Acadèmia de Ciències de Berlín, de bastir-ne una de nova, basada sobre principis ben diferents. Nosaltres transcrivim a continuació la traducció, revisada curosament, d'aquesta Memòria, augmentada, a més, amb la introducció, que a la Memòria d'EINSTEIN ha escrit el senyor Th. de DONDER, els anteriors treballs del qual ens el presenten com un ferm i profund coneixedor de la teoria de la relativitat.

INTRODUCCIO

per

Th. de Donder

Professor de la Universitat Lliure de Brussel·les

En la antiga relativitat general, EINSTEIN definia el camp gravífic per mitjà de deu funcions $g_{\alpha\beta}$ ($\alpha, \beta = 1-4$) doblement covariants i simètriques, i independentment d'elles, el camp electromagnètic per mitjà de sis funcions $M_{\alpha\beta}$ doblement covariants i antisimètriques. Per obtenir una teoria sintètica, substitueix ara aquestes setze funcions per quatre vectors, cada un dels quals té quatre components covariants; el primer vector serà designat per

$${}^1h_1 \quad {}^1h_2 \quad {}^1h_3 \quad {}^1h_4$$

el segon per

$${}^2h_1 \quad {}^2h_2 \quad {}^2h_3 \quad {}^2h_4$$

el tercer per

$${}^3h_1 \quad {}^3h_2 \quad {}^3h_3 \quad {}^3h_4$$

i el quart per

$${}^4h_1 \quad {}^4h_2 \quad {}^4h_3 \quad {}^4h_4$$

Amb aquestes setze components (senzillament covariants), EINSTEIN forma el determinant.

* *Révue Générale de l'Electricité*, 27 abril 1929.
† A. EINSTEIN, "Zur einheitlichen Feldtheorie". Extracte dels *Sitzungsberichte der preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, 1929.

$$h = \left| s h_\alpha \right|$$

$$s, \alpha = 1 \dots 4$$

h tindrà, doncs, la variança d'un multiplicador o d'un factor de densitat.

El menor de $s h_\alpha$ en h , dividit per h serà representat per $s h^\alpha$; hom obté així, les composants senzillament contravariants dels quatre vectors suara esmentats: vegem-los:

$$\begin{array}{cccc} {}_1h^1 & {}_1h^2 & {}_1h^3 & {}_1h^4 \\ {}_2h^1 & {}_2h^2 & {}_2h^3 & {}_2h^4 \\ {}_3h^1 & {}_3h^2 & {}_3h^3 & {}_3h^4 \\ {}_4h^1 & {}_4h^2 & {}_4h^3 & {}_4h^4 \end{array}$$

En cada punt (x_1, \dots, x_4) hom haurà, doncs, definit un (4-vectors) o un tetràpode (Vier-Bein).

Hom tindrà, evidentment, les identitats

$$\sum h^{\lambda\sigma} h_{\lambda\sigma} = \delta^\lambda_\lambda$$

en què $\delta^\lambda_\lambda = 1$ i on $\delta^\lambda_\lambda = 0$ si $\lambda \neq \nu$.

Posem amb EINSTEIN

$$\Delta_{\mu\nu}^\lambda = \sum_s h^s \frac{\partial^2 h_s}{\partial x^\mu \partial x^\nu}$$

Hom demostra fàcilment que $\Delta_{\mu\sigma}^\lambda$ és congruent al factor $\left\{ \begin{array}{c} \lambda \\ \mu\sigma \end{array} \right\}$ de CHRISTOFFEL; és a dir, que hom tindrà

$$\Delta_{\mu\nu}^\lambda = \frac{\partial x'^\lambda}{\partial x^\mu} \frac{\partial^2 x^\mu}{\partial x'^\nu \partial x'^\sigma} + \frac{\partial x^\lambda}{\partial x'^\nu} \frac{\partial x^\mu}{\partial x'^\sigma} \frac{\partial x^\nu}{\partial x'^\mu} \Delta'_{\mu\sigma}$$

en què els accents palesen que hom es troba en un nou sistema de variables. Però, cal no oblidar que hom té, en general

$$\Delta'_{\mu\sigma} \neq \Delta'_{\sigma\mu}$$

De la variança de $\Delta_{\mu\sigma}^\lambda$ és fàcil deduir derivats covariants i, també, les divergències covariants donades per EINSTEIN en el primer capítol de la seva Memòria.

La penúltima teoria d'EINSTEIN sortida en 1928², no podia ésser conservada tal com era, pel fet que les seves setze equacions fonamentals

² A. EINSTEIN. *Sitzungsberichte der preussischen Akademie der Wissenschaften*, 14 juny 1928, t. XVII-XIX, p. 224-227.

pel fet d'ésser senzillament covariants, es transformaven entre elles 4 a 4 quan hom canviava les variables x_1, \dots, x_4 . La generalització relativista que jo he proposat en una nota a l'Acadèmia de Ciències de París ³, no oferia un tan greu defecte per la raó que les setze equacions fonamentals hi eren *doblement* covariants.

La nova teoria que proposa ara EINSTEIN, el text de la Memòria del qual reproduïm a continuació, condueix, també, a setze equacions fonamentals (vegi's l'equació 10 a) *doblement* covariants.

Per acabar, recordem les notacions següents:

$$g_{\lambda\mu} = \sum_x s h_\lambda s h_\mu,$$

$$g^{\lambda\mu} = \sum_x s h^\lambda s h^\mu,$$

$$g = \| g_{\lambda\mu} \| \equiv \| s h_\lambda \|^2 = h^2.$$

Per a fer pujar un índex, hom utilitzarà les $g^{\lambda\mu}$; així, doncs, per exemple:

$$A_\lambda \equiv A^\lambda \equiv \sum_\mu A_\mu g^{\lambda\mu}$$

Per a fer baixar un índex, hom utilitzarà les $g_{\lambda\mu}$; per exemple:

$$A^\lambda \equiv A_\lambda \equiv \sum_\mu A^\mu g_{\lambda\mu}.$$

Memòria d'A. Einstein

En dues Memòries que han vist la llum darrerament ⁴, jo cerco de demostrar que hom podria arribar a una teoria sintètica de la gravitació i de l'electricitat, atribuint al continuum de quatre dimensions, ultra d'una mètrica riemaniana, la propietat del paralelisme a distància finida. A dir veritat, hom havia reeixit, d'altre banda, a donar una certa comunitat de significació al camp de gravitació i al camp electromagnètic. En canvi, la deducció de les equacions del camp, a partir del principi d'HAMILTON, no s'operava pas d'acord amb un mètode senzill i perfectament univoc. Un estudi més aprofundit únicament feia augmentar aquestes dificultats. Jo he reeixit, no obstant, des d'allavors, a descobrir una via satisfactòria per deduir les equacions del camp: l'explicaré a continuació:

³ Th. de DONDER. *C. R. de l'Acad. des Sciences*, 5 novembre 1928. Volum CLXXXVII, pàg. 817-819.

⁴ A. EINSTEIN, "Riemann-Geometrie mit. Aufrechterhaltung des Begriffes des Fernparallelismus" (1928) i "Neue Möglichkeit für eine einheitliche Feldtheorie von Gravitation und Elektrizität" (1928). Extractes del *Sitzungsberichte der preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin*.

I. FÒRMULES PRELIMINARS

Utilitzaré, per a aquest fi, les notacions que en un treball sobre aquesta qüestió ⁵ ha proposat recentment el senyor WEITZENBÖCK. La v -enèsima component del s -enèsim-pode del tetràpode (4-Bein) serà, doncs, designada per ${}^s h_\nu$; hom designarà per ${}^s h^\nu$ el menor normal corresponent. Els tetràpodes localitzats es disposen tots paralelament.

Es diu dels vectors que són paral·lels i iguals, quan en relació a llur tetràpode local, tenen les mateixes coordenades. La variació d'una component d'un vector en translació paral·lela és donada per

$$\partial A^\mu = -\Delta_{\alpha\beta}^\mu A^\alpha \partial x^\beta = -{}^s h^\mu {}^s h_{\alpha\beta} A^\alpha \partial x^\beta$$

on, en ${}^s h_{\alpha\beta}$, la coma significa que hom opera una derivació en relació a x^β amb la significació donada ordinàriament a aquesta operació. El tensor de corbatura de RIEMANN, construït amb els $\Delta_{\alpha\beta}^\mu$ (no simètrics en α i β) és idènticament nul.

La derivació covariant que nosaltres utilitzarem únicament és aquella que és formada per mitjà dels símbols Δ . Seguint la costum dels matemàtics italians, hom la designarà per un punt i una coma. Hom escriurà, doncs

$$A_{\mu;\sigma} = A_{\mu,\sigma} - A_\alpha \Delta_{\mu\sigma}^\alpha$$

$$A^\mu{}_{;\sigma} = A^\mu{}_{,\sigma} + A^\alpha \Delta_{\alpha\sigma}^\mu.$$

Les derivades covariants dels ${}^s h_\gamma$, com també dels $g_{\mu\nu}$ ($\equiv {}^s h_\mu$) i les de $g^{\mu\nu}$ són nul·les; hom pot, doncs, tractar aquestes expressions com factors constants, en curs de derivacions covariants.

Jo em separo de les notacions utilitzades fins ací, en definir el tensor Λ (abstracció feta del factor $\frac{1}{2}$) per l'equació

$$\Lambda_{\mu\nu}^\alpha = \Delta_{\mu\nu}^\alpha - \Delta_{\nu\mu}^\alpha.$$

És, sobretot, en la llei de formació de la divergència, que es fan sentir les modificacions de les expressions corrents del càlcul diferencial absolut per seqüència de la introducció d'una llei de desplaçament no simètrica. Sigui $T : : \sigma$ un tensor qualsevol d'índex superior σ . La seva derivada covariant, és, figurant solament en la suma el terme complementari relatiu a l'índex σ

$$T^{;\sigma}{}_{;\tau} = \frac{\partial T^{;\sigma}{}_{;\tau}}{\partial x^\tau} + \dots + T^{;\sigma}{}_{;\alpha} \Delta_{\alpha\tau}^\sigma.$$

Multiplicant els dos termes d'aquesta igualtat pel determinant h , després d'haver-lo prèviament contractat en σ i τ , hom pot escriure, introduint en el segon membre la densitat tensorial \mathcal{Z} .

⁵ R. WEITZENBÖCK. "Differentialinvarianten in der Einsteinschen. Theorie des Fernparallelismus". Extracte de *Sitzungsberichte der preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, 1928.

$$h T^{\dots\sigma}_{\dots\sigma} = \frac{\partial \mathfrak{E}^{\dots\sigma}}{\partial x^\sigma} + \dots + \mathfrak{E}^{\dots\sigma} \Lambda^{\sigma}_{\dots\sigma}$$

El darrer terme desapareix quan hom revé a una llei de desplaçament simètric. Aquest terme, així posat en evidència, és una densitat tensorial; el mateix pot dir-se, doncs, de la suma dels altres termes del segon membre; és aquesta darrera suma parcial que nosaltres designarem sota el nom de divergència de la densitat tensorial \mathfrak{E} ; l'escriurem

$$\mathfrak{E}^{\dots\sigma}_{\dots\sigma}$$

i tindrem, d'aquesta faisó, en resum

$$h T^{\dots\sigma}_{\dots\sigma} = \mathfrak{E}^{\dots\sigma}_{\dots\sigma} + \mathfrak{E}^{\dots\sigma} \Lambda^{\sigma}_{\dots\sigma} \quad (1)$$

Finalment, anem encara a introduir una notació susceptible, al meu albir, de fer devenir més còmoda la comprensió. Indicaré, sovint, l'elevació o l'abaixament d'un índex subratllant-lo. Així, designo per $\Lambda^{\sigma}_{\mu\nu}$ el tensor enterament contravariant associat a $\Lambda_{\mu\nu}^{\sigma}$ i per $\Lambda_{\mu\nu}^{\sigma}$ el tensor enterament covariant que és, també, associat a $\Lambda^{\sigma}_{\mu\nu}$

II. DEDUCCIÓ D'ALGUNES IDENTITATS

L'anul·lació de la "corbatura" és expressada per la identitat.

$$0 \equiv -\Delta^i_{kl,m} + \Delta^i_{km,l} + \Delta^i_{\sigma l} \Delta^{\sigma}_{km} - \Delta^i_{\sigma m} \Delta^{\sigma}_{kl} \quad (2)$$

Aquesta identitat ens servirà per establir-ne una altra, a la qual haurà de satisfer el tensor Λ . Formem, per a això, les dues altres equacions que hom dedueix de (2) per permutació circular dels índex klm , i ajuntem-los a la primera. Hom obté, immediatament, si agrupa convenientment els termes,

$$0 \equiv (\Lambda^i_{kl,m} + \Lambda^i_{lm,k} + \Lambda^i_{mk,l}) + (\Delta^i_{\sigma k} \Lambda^{\sigma}_{lm} + \Delta^i_{\sigma l} \Lambda^{\sigma}_{mk} + \Delta^i_{\sigma m} \Lambda^{\sigma}_{kl})$$

Transformem aquesta equació fent-hi figurar les derivades covariants de Λ , en lloc de les seves derivades ordinàries. Hom troba fàcilment, després d'haver convenientment agrupat els termes, la identitat

$$0 \equiv (\Lambda^i_{kl;m} + \Lambda^i_{lm;k} + \Lambda^i_{mk;l}) + (\Lambda^i_{ku} \Lambda^{\sigma}_{lm} + \Lambda^i_{lu} \Lambda^{\sigma}_{mk} + \Lambda^i_{mu} \Lambda^{\sigma}_{kl}) \quad (3)$$

És, precisament, la condició imposada als Λ perquè puguin expressar-se, en funció d' h , de la manera abans dita.

Contractant una vegada (3) i substituint, per a més breuetat, $\Lambda_{\mu\alpha}^{\alpha}$ per φ_{μ} , hom arriba a la identitat, important per la seva seqüència:

$$0 \equiv \Lambda_{kl;\alpha}^{\alpha} + \varphi_{l;k} - \varphi_{k;l} - \varphi_{\alpha} \Lambda_{kl}^{\alpha} \quad (3a)$$

Transformem-la, encara, introduint la densitat tensorial següent, antisimètrica en k i l .

$$\mathcal{V}_{kl}^{\alpha} = h (\Lambda_{kl}^{\alpha} + \varphi_l \delta_k^{\alpha} - \varphi_k \delta_l^{\alpha}). \quad (4)$$

L'equació (3a) pren, llavors, la forma senzilla

$$(\mathcal{V}_{kl}^{\alpha})_{;\alpha} \equiv 0. \quad (3b)$$

La densitat tensorial $\mathcal{V}_{kl}^{\alpha}$ satisfà, encara, a una altra identitat que és molt important per la seqüència. Per establir-la, ens recolzarem en la regla següent de permutació dels índexs de divergència per a les densitats tensorials d'un ordre qualsevulla.

$$\alpha_{;i|j}^{ik} - \alpha_{;k|i}^{ik} \equiv - (\alpha^{ik} \Lambda_{ik}^{\alpha})_{;\alpha}. \quad (5)$$

Els punts situats prop d' α representen índexs qualsevols, que són els mateixos en tots els termes de la igualtat, és a dir, aquells que no han estat pas interessats en la formació de les divergències.

La demostració de (5) resulta de la fórmula de definició

$$\alpha_{;\alpha}^{\sigma\cdots i} = \alpha_{\sigma\cdots i}^{\sigma\cdots i} + \alpha_{\sigma\cdots i}^{\sigma\cdots i} \Delta_{\sigma i}^{\sigma} + \dots - \alpha_{\sigma\cdots i}^{\sigma\cdots i} \Delta_{\sigma i}^{\sigma} \quad (6)$$

a condició de suposar satisfeta la identitat (2). L'equació (5) és solidària de la llei de permutació dels símbols de derivació covariant que varem donar per completar l'exposat. Sigui T un tensor qualsevol, del qual deixo de banda els índexs per a més facilitat. Hom té

$$T_{i;\alpha} - T_{;\alpha i} \equiv - T_{;\alpha} \Lambda_{ik}^{\alpha}. \quad (7)$$

Apliquem, ara, la identitat (5) a la densitat tensorial $\mathcal{V}_{kl}^{\alpha}$, de la que suposem que hom ha elevat els índexs inferiors subratllats. Nosaltres trobem, així, la identitat següent, que és per demés, l'única,

$$\mathcal{V}_{kl||\alpha}^{\alpha} - \mathcal{V}_{k||\alpha l}^{\alpha} \equiv - (\mathcal{V}_{kl}^{\alpha} \Lambda_{l\alpha}^{\alpha})_{;\alpha}$$

la qual, si hom té en compte la (3 b), pot ésser posada sota la forma

$$(\mathcal{V}_{k||l}^{\alpha} - \mathcal{V}_{k\alpha}^{\alpha} \Lambda_{l\alpha}^{\alpha})_{;\alpha} \equiv 0. \quad (8)$$

III. EQUACIONS DEL CAMP

Quan vàreig haver descobert la identitat (3b) em semblà que la densitat tensorial \mathcal{D}_{kl}^α havia de jugar un rol important en la determinació dels caràcters que convé donar a una multiplicitat del gènere besllumat, per tal que aquests caràcters corresponguin a les lleis de la naturalesa. Ja que la seva divergència $\mathcal{D}_{kl\alpha}$ es troba idènticament nul·la, vingué tot naturalment la idea d'imposar el postulat (equacions del camp) que l'altra divergència $\mathcal{D}_{kl,l}^\alpha$ s'anulla també. Efectivament, hom arriba, així, a equacions que, en primera aproximació, donen la llei coneguda del camp de gravitació en el buit, tal com la defineix la teoria antiga de la relativitat general.

En canvi, cap condició vectorial en resultava per als φ^α , malgrat que tots els φ^α , tenint una divergència nul·la, enquadraven amb les equacions del camp. Aquesta indeterminació prové del fet que, en primera aproximació, hom té (en virtut de la commutativitat de la derivació ordinària) la identitat

$$\mathcal{V}_{kl/l,\alpha}^\alpha \equiv \mathcal{V}_{kl/\alpha,l}^\alpha$$

i que el segon membre és idènticament nul a causa de (3b). En resulta, doncs, que quatre equacions de condició del sistema $\mathcal{D}_{kl/l}^\alpha = 0$ es fonen i esdevenen identitats.

Però jo he reconegut que hom pot fàcilment aixecar aquesta indeterminació postulant, no l'anul·lació dels $\mathcal{D}_{kl/l}^\alpha$, sinó l'equació

$$\bar{\mathcal{V}}_{kl/l}^\alpha = 0,$$

en la qual $\bar{\mathcal{V}}_{kl}^\alpha$ designa el tensor següent ⁶, la grandària del qual és tan apropiada com hom vulgui de la de \mathcal{D}_{kl}^α

$$\bar{\mathcal{V}}_{kl}^\alpha = \mathcal{V}_{kl}^\alpha - \varepsilon h (\varphi_l \delta_k^\alpha - \varphi_k \delta_l^\alpha).$$

Hom obté, allavors, precisament, d'una banda les equacions de MAXWELL (tot en primera aproximació) quan hom calcula la divergència de les equacions del camp (l'índex mut és α).

Per altra part, en passar al límit $\varepsilon = 0$, hom és portat novament a les equacions $\mathcal{D}_{kl/l}^\alpha = 0$ que donen, justament, en primera aproximació la llei relativista clàssica de la gravitació.

Les equacions dels camps elèctric i gravífic són, així, procurades, en primera aproximació, pel postulat

⁶ És ben bé el mètode general per a evitar les degenerescències que es produeixen per als casos particulars.

$$\bar{\mathcal{V}}_{kl|l}^{\alpha} = 0,$$

quan hom té cura de la condició complementària del passatge al límit $\varepsilon = 0$. A més, pel fet de la identitat (veritable en primera aproximació)

$$\mathcal{V}_{kl|l}^{\alpha} \equiv 0, \quad (8a)$$

es produeix en les equacions apropades del camp, una escissió, que fa aparèixer, d'una part, la llei de gravitació, d'altra part, la llei de l'electricitat. Aquesta descomposició reproduïx plenament un tret característic de la Naturalesa.

Ens quedava treure partit de la indicació així obtinguda, en primera aproximació, per a bastir un sistema rigorós. És evident que, ara encara, cal prendre com a punt de partida una identitat que correspon a (8 a). És ben clarament la identitat (8), car l'una i l'altra provenen de (3 b), tenint en compte una fórmula de permutació dels índexs de derivació.

Hem admés, doncs, com equacions completes del camp

$$\bar{\mathcal{V}}_{kl|l}^{\alpha} - \bar{\mathcal{V}}_{k\tau}^{\alpha} \Lambda_{\sigma\tau}^{\alpha} = 0, \quad (10)$$

amb la condició que a la fi (és a dir, després d'haver efectuat l'operació " / α ") passarem al límit $\varepsilon = 0$. Obtenim així, designant per $\bar{\mathcal{G}}^{k\alpha}$ el primer membre de (10) les equacions del camp

$$\bar{\mathcal{G}}^{k\alpha} = 0, \quad (10a)$$

$$\frac{1}{\varepsilon} \bar{\mathcal{G}}_{\mu\nu}^{kl} = 0. \quad (10b)$$

Si hom es refereix a (8) i (9) l'equació (10 b) proporciona immediatament la relació

$$\left\{ h \left(\varphi_{,k} \delta_l^{\alpha} - \varphi_{,l} \delta_k^{\alpha} \right) \right\}_{|l} - h \left(\varphi_{,k} \delta_{\tau}^{\alpha} - \varphi_{,\tau} \delta_k^{\alpha} \right) \Lambda_{\sigma\tau}^{\alpha} \{ /_{\sigma} = 0.$$

Introduïm per abreujar, la densitat tensorial auxiliar

$$\mathcal{W}_{kl}^{\alpha} = h \left(\varphi_{,k} \delta_l^{\alpha} - \varphi_{,l} \delta_k^{\alpha} \right).$$

Hom té, segons (5),

$$\mathcal{W}_{kl|l}^{\alpha} = \mathcal{W}_{kl|a|l}^{\alpha} - \left(\mathcal{W}_{kl}^{\alpha} \Lambda_{l\alpha}^{\sigma} \right)_{|l},$$

de tal manera que l'expressió a calcular pot, encara, escriure's sota la forma

$$\left(\mathcal{W}_{kl|l}^{\alpha} - \mathcal{W}_{kl}^{\sigma} \Lambda_{l\sigma}^{\alpha} - \mathcal{W}_{k\tau}^{\sigma} \Lambda_{\sigma\tau}^{\alpha} \right)_{|a} = 0,$$

equacions en les quals els dos darrers termes es destrueixen. Per un càlcul immediat, tenim

$$\mathcal{D}_{k\alpha l}^{\sigma} \equiv h (\varphi_{k;\alpha} - \varphi_{\alpha;k}).$$

Les equacions (10 b) així transformades, esdevenen, doncs,

$$[h (\varphi_{k;\alpha} - \varphi_{\alpha;k})]_{;a} = 0, \quad (11)$$

sistema que adjuntat a

$$\mathcal{D}_{kl/l}^{\alpha} - \mathcal{D}_{k\tau}^{\sigma} \Lambda_{\sigma\tau}^{\alpha} = 0 \quad (10a)$$

constitueix el sistema complet de les equacions del camp.

Si en lloc de partir de (10) haguéssim partit directament de (10 a), no hauríem obtingut les equacions "electromagnètiques" (11). Res ens provaria, a més, que els sistemes (11) i (10 a), poden ésser reunits en un de sol. Però en operar tal com hem fet, hem vist que sembla cert que aquestes equacions són compatibles, tota vegada que les equacions inicials (10) expressen 16 condicions per a les 16 magnituds sh_{μ} . Entre aquestes 16 equacions (10) hi han, necessàriament, 4 identitats a causa de llur covariància general. Hi ha, doncs, en total, entre les vint equacions del camp (11) i (10 a), 8 relacions d'identitat de les quals solament quatre han estat donades explícitament en el text.

He dit ja que les equacions (10 a) contenen, en primera aproximació, les equacions de gravitació i que les equacions (11) (correlatives de l'existència d'un potencial vector) corresponen a les equacions de MAXWELL en el buit. Jo he pogut demostrar, també, que, recíprocament, per a cada solució d'aquestes equacions existeix τ un camp h que satisfà les equacions (10 a). Per contracció d'aquestes, hom obté una condició de divergència per al potencial elèctric

$$\left. \begin{aligned} f_{;l}^l - \frac{1}{2} \mathcal{D}_{k\tau}^{\sigma} \Lambda_{\sigma\tau}^k &= 0. \\ (2 f^l = \mathcal{D}_{\alpha l}^{\alpha} = 2 h \sigma). \end{aligned} \right\}$$

Un estudi més profund de les conseqüències de les equacions del camp (11) i (10 a) tindrà per finalitat demostrar si la mètrica de RIEMANN, adjuntada al paral·lisme a distància finita proporciona, veritablement, una interpretació adequada de propietats físiques de l'espai. Això, no és certament inversemblable, després de tot ço que acabo d'exposar.

.....

Les equacions del camp que han estat proposades en aquest treball s'han de caracteritzar formalment de la següent manera en relació a totes aquelles que hom pot imaginar. Partint de la identitat (8) hem demostrat que les

⁷ Solament quan es tracta de les equacions lineals de primera aproximació.
^{*} *Revue Generale de l'Electricité*, 27 abril 1929.

16 magnituds $^* h$ poden ésser obligades a satisfer, no solament a 16, sinó a vint equacions diferencials "autònomes" ("selbständig"). Entenem per autònomes, que cap d'aquestes equacions pot ésser deduïda de les altres, enc que entre aquestes equacions existeixin vuit relacions (diferencials) idèntiques.—C. M.

Un rectificador electrònic per a alta tensió.¹

La producció d'altres tensions contínues és de gran importància, en la moderna electrotècnica. Fins ara hom rectificava les altres tensions alternatives per mitjà d'un rectificador mecànic que voltava sincrònicament amb la tensió alternativa a rectificar.² Les instal·lacions d'aquesta mena presentaven una sèrie d'inconvenients. Aquests eren originats per l'aparició del corrent entre els segments de contacte en forma de guspíra. A través de les guspíres es desenrotllaven sobretensions que requerien el reforçament de totes les parts de la instal·lació, puix les formacions oscil·latòries a través d'elles la poden malmetre. Les altres tensions nascudes en dispositius similars, tals com els de telegrafia sense fils, fan extraordinàriament notòria aquesta qüestió. A més, la relativament gran caiguda de tensió en l'espai de guspíra determina un mal rendiment. És, també, desagradable l'alt fregament dels segments de contacte i el fort soroll durant la marxa.

Aquests inconvenients poden ésser evitats utilitzant un rectificador de càtode incandescent. El seu fonament serà descrit breument a continuació. Un fil de tungstèn col·locat en un recipient d'alt buit, per exemple de vidre, travessat per un corrent elèctric que el posa incandescent, emet electrons. La capacitat d'emissió creix amb la temperatura, en primera aproximació, segons una funció d' e . Si el fil incandescent—el càtode—es troba enfront d'un cos de forma apropiada—l'ànode—i s'aplica entre els dos una diferència de potencial positiva, són atrets per l'ànode els electrons emesos pel fil incandescent.

Si el potencial aplicat sobrepassa una certa valor, captant així l'ànode tots els electrons eixits del càtode, un augment ulterior de tensió no provoca cap augment de corrent. La vàlvula treballa a saturació. Però si és aplicada una tensió negativa contra el càtode, són rebutjats vers el càtode els electrons que en sortiren. La vàlvula no deixa passar cap corrent i obstrueix.

Les vàlvules de càtode incandescent són ja des de fa temps emprades en radiotècnica i en la tècnica dels raigs X.

La fig. 1 representa esquemàticament una d'aquestes vàlvules. g és una envoltant de vidre, la qual té a ambdós costats suports tubulars a i k . En el suport k són soldats els conductors al càtode α , als quals està subjecte el fil d'encesa de forma d'agulla de ganxo. Aquest consisteix, generalment, de tungstèn, que té molt alta temperatura de fusió (prop de 3600° absoluts). El fil està mantingut tivant pel suport mitjà m i la molla f . Sobre el costat a s'efectua la soldadura de l'ànode amb l'ànode r . Amb

¹ Siemens Zeitschrift, juliol i agost 1929.

² Per a rectificadors de mercuri, vegi's CIÈNCIA, núm. 29 (març 1929), pàgines 626 a 633.

això hom fa que l'ànode i el càtode estiguin enfrontats i s'assoleix que la distància en l'aire entre les parts conductores de tensió sigui possiblement grossa a diferents potencials.

Hi han a considerar dos casos de connexió:

L'altíssima tensió a exigir de la vàlvula és igual a la de la línia. Un exemple d'això és la coneguda connexió DELON, representada a la fig. 2. El transformador *Tr.* és previst per a la meitat de la tensió de treball, *V* són les vàlvules col·locades en el sentit

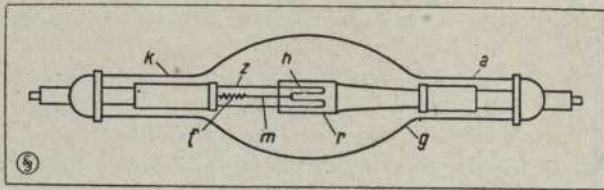


Fig. 1 - Esquema d'un tub vàlvula de càtode incandescent

que requereix la tensió a utilitzar i *C* són condensadors. La tensió a utilitzar és presa entre els punts *A* i *B*.

Les vàlvules han de tenir, per tant, una tensió superior a la tensió *E* de la línia. Pràcticament, la vàlvula treballa com un isolador durant la fase de bloqueig o obstrucció. Per a això cal una tensió de prova de $(2,2 E + 20)$ kV segons les prescripcions de la VDI³. Quan el dispositiu treballa amb petites càrregues, com en els casos ací explicats, els quals comporten momentàniament algun centenar de quilowats,

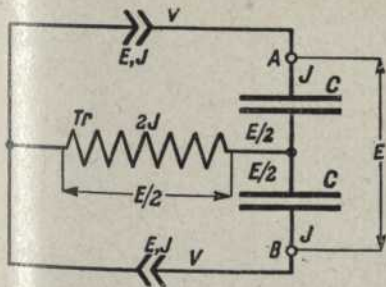


Fig. 2 - Connexió de Delon

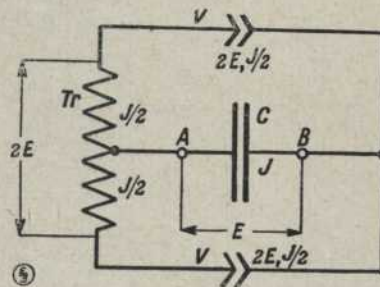


Fig. 3 - Connexió doble

i el dispositiu està connectat a una xarxa prou capaç, però sobre un transformador petit, aleshores la tensió de prova damunt dita s'elegeix només al 80% o sigui per tant $0,8 (2,2 E + 20)$ kV.

b) La vàlvula pot ésser requerida, en el sentit de bloqueig, fins a una valor doble de la tensió de línia o de treball. Un exemple d'aquesta connexió és la connexió doble representada a la fig. 3.

Ací el transformador està previst per a una tensió de treball doble i té derivació mitjana al bobinat d'alta tensió, que és utilitzada per a posar aquesta part de bobi-

³ Federació d'Enginyers Alemanys.

nat al potencial de la terra. V representen, també, les vàlvules sobre les quals s'aplica la tensió total màxima dels bornes de transformador (exceptuant la caiguda de tensió provocada per les vàlvules), en el sentit de bloqueig. C és un condensador als bornes del qual hom connecta els aparells d'utilització. En aquest cas la vàlvula treballa en la fase de bloqueig com un desconnectador obert i la tensió de prova prevista és de $(3,3 E + 20)kV$. En iguals circumstàncies que en el cas a), la tensió de prova elegida serà el 80 %, o sigui $0,8 (3,3 E + 20) kV$.

En la formació de les vàlvules per a tan altes tensions de 100 kV o més, hi han grans dificultats en els punts següents, els quals en part són interdependents:

1. Durada de la vàlvula.
2. Força mecànica sobre el fil d'encesa produïda pel camp electrostàtic entre ànode i càtode.
3. Mesura durant el treball prolongat de l'escalfament de l'ànode.
4. Mesurament de l'ànode en cas de circuit curt en l'aparell d'utilització.

1. *Durada de vida.*—La durada d'una vàlvula incandescent ve determinada per la durada del filament de tungstèn. Aquesta, d'una part, depèn de la vaporització del tungstèn a altes temperatures d'incandescència; d'altra part, però, també de la resistència mecànica del filament. La durada per vaporització d'un filament de tungstèn està determinada per la inhomogeneïtat del seu diàmetre. Aquesta és, naturalment, proporcionalment més petita en un fil gruixut que en un de prim, ço que fa que la durada

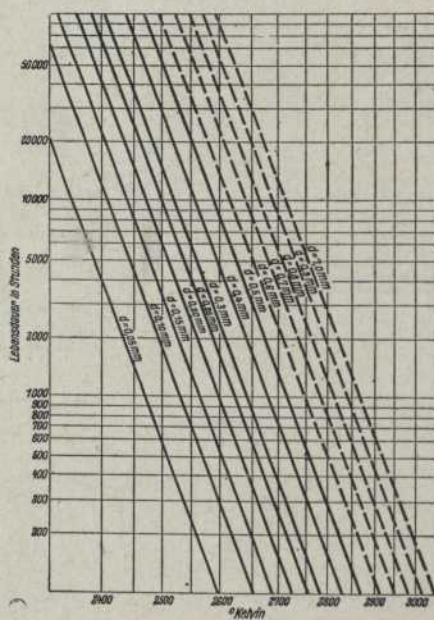


Fig. 4—Les corbes valen per a fils de mesura $l = 300$ d, en la longitud del fil i diàmetre d es donen en mqu.

Durada de vida d'un filament de tungstè incandescent en dependència amb la temperatura.

de vida per vaporització sigui major prenent fils de diàmetre més gros. La fig. 4 ensenya aquesta dependència de la durada de vida referida a la temperatura absoluta del filament d'encesa. Com abscisses hi ha la temperatura absoluta, com a ordenades s'hi du la mesura logarítmica de la durada de vida a la vaporització. Hom té, per exemple, un filament de 0,05 mm diàm, d'una durada de vida de 10.000 hores i una

temperatura de 2350° absoluts, mentre un altre de $0,5$ mm. diàm. d'igual durada de vida té una temperatura d'incandescència de 2640° abs. Com ja ha estat dit, l'emissió electrònica creix amb la temperatura del filament. Això significa que amb la durada de 10.000 hores, el fil de $0,05$ mm diàm., amb una superfície d'un cmq, té un corrent emissiu de $0,06$ A, mentre el filament de $0,5$ mm diàm. d'igual superfície el té de $0,75$ A.

El consum en el primer cas és de 50 w, i el del segon cas 85 w. El corrent d'emissió, 12 vegades major en el segon cas, no ha requerit ni el doble de consum en l'encesa, ço que demostra la major conveniència d'emprar fils gruixuts i corrent d'encesa més gran i tensió d'encesa més baixa.

2. *Acció mecànica sobre el filament d'encesa.*—En els tubs electrònics amb ànode cilíndric, el fil incandescent és col·locat habitualment en l'eix del cilindre anòdic. Per al pas a altes tensions de bloqueig, en els tubs-vàlvula es presenta la necessitat, però, de muntar les connexions anòdica i catòdica sobre dos tubs de vidre diametralment oposats per assolir la distància d'isolament requerida. Per assolir també una major càrrega, són previstos en els tubs electrònics dos filaments incandescents al mig del cilindre anòdic i paral·lels al seu eix. Això és obtingut en els tubs que considerem de les dues següents maneres:

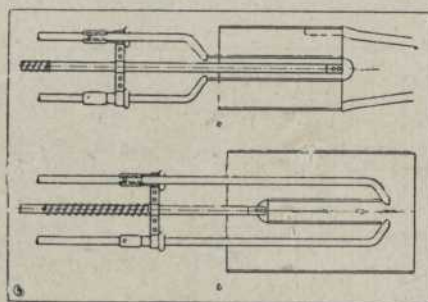


Fig. 5-- a = amb suport mitjà; b = amb suports exteriors.

Secció dels càtodes amb filament de forma agulla de ganxo.

a) *Forma d'agulla de ganxo amb suport mitjà* (vegis fig. 5).

El filament d'encesa té forma d'agulla de ganxo i està aguantat pel suport del mig. Quan és encès, té un augment de llargada per efecte tèrmic i aleshores tendeix a arquejar-se vers l'ànode degut a l'activació de la força transversal produïda per la diferència de potencial durant la fase de bloqueig entre l'ànode i el càtode.

Després es presenta una fusió incipient i fins és assolida la cristallització del filament per damunt dels 2400 abs. Aquestes tres influències són compensades per mitjà d'una molla que manté el filament d'encesa a una tensió mecànica estable. La força del ressort, la força transversal electrostàtica i l'arquejament estàtic del filament són de tal manera compensats que no depassin el límit d'elasticitat del fil de tungstèn incandescent.

b) *Forma d'agulla de ganxo amb suports exteriors*. (vegis fig. 5 b)

Amb aquesta disposició hom logra compensar la força transversal electrostàtica exercida sobre el filament d'encesa. Els suports exteriors tenen igual potencial que el fil incandescent i influeixen, per tant, sobre aquesta força pertorbadora.

Per altra part, l'ànode atrau el fil incandescent. El filament d'encesa és, encara, influït per altres forces perturbadores que són compensades per la força atractiva dels suports exteriors. En aquest cas, la molla actua solament sobre l'allargament tèrmic i la fusió incipient.

3. *Mesurament de l'ànode amb càrrega de durada.*—L'energia tèrmica que actua damunt l'ànode és donada per la pèrdua interna del tub i la càrrega d'escalfament del càtode, en relació a l'energia transferida a l'ànode per radiació.

Aquesta energia tèrmica és radiada per l'ànode a través de les parets del vidre. L'equilibri de temperatura domina, doncs, si l'energia radiada és igual a l'energia perduda al tub.

L'ànode és mesurat, ara, sense depassar aquesta temperatura d'equilibri de 1.500° abs. de la pràctica, com si l'emissió electrònica de l'ànode tingués a continuació un corrent en el sentit de bloqueig, el qual vingués per l'emissió catòdica principal. Aquestes relacions corresponen a una altíssima càrrega anòdica de $5,5 \text{ w/cm.}^2$, la qual no s'ha de sobrepassar per refrigeració de radiació.

4. *Mesurament de l'ànode en circuits curts d'utilització.*—En els circuits curts de l'aparell d'utilització, la tensió alterna total disponible queda, també, en la vàlvula en el sentit de pas. Conseqüentment, l'energia calòrica de l'ànode és desviada, ço que apropa el perill d'avaría de l'ànode i del filament d'encesa. Si en això augmentés

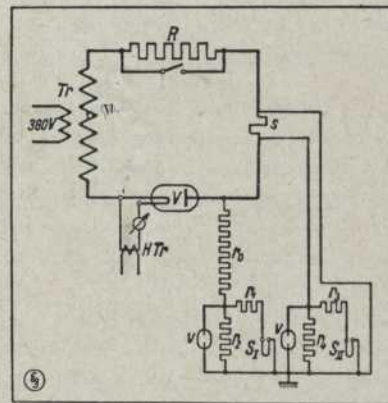


Fig. 6

Tr = transformador. HTr = transfo. d'encesa. V = Vàlvula R = resistència d'aigua, r_1 r_2 r_3 r_4 = resistències compensadores per als cursors de l'oscil·lograf.

Esquema per a l'experiència del circuit curt

la temperatura anòdica sobre 1500° abs., pujaria l'escalfament del filament de tungstèn incandescent per l'energia dels electrons, que són despedits de l'ànode durant el sentit de bloqueig i reboten damunt el filament incandescent. Això té per conseqüència una nova elevació de l'emissió electrònica del fil incandescent que provoca una major energia adicional, la qual també cal extirpar encara de l'ànode. Aquesta acció alternativa es repeteix fins a l'anorreament de l'ànode i del filament d'encesa. Hom

pot, però, modificar la capacitat tèrmica de l'ànode per mitjà del corresponent gruix de la planxa de l'ànode, de forma que permeti pendre-hi aquesta energia sense escalfament perillós, al menys tant de temps com calgui per desconectar-se l'automàtic del transformador principal. Generalment, són calculats els tubs per a resistir sense perill un circuit curt de 0,5 segon. Per seqüència de la importància que pren en la pràctica aquest punt, fou feta una recerca sobre el circuit curt en un tub de construcció antiga.

La fig. 6 mostra la disposició d'aquesta experiència. La vàlvula V està en sèrie amb la resistència d'aigua R que està travessada per aigua conductora. La resistència R fou momentàniament curccircuitejada. El transformador $Tr.$ rebé al costat d'alta una tensió de 50 kv.

Els temps de desconexió del seu interruptor d'oli va ésser fixat a dos segons. Les dimensions de l'ànode i del càtode de la vàlvula poden veure's a la fig. 5. L'ànode consistia en una planxa de tàntal de 0,3 mm. de gruix, el suport mitjà del filament d'encesa era de molibdèn i el filament de tungstèn sense tori. Amb un oscil·lògraf Siemens fou presa la tensió existent al tub i el corrent que el travessava. La tensió actuava damunt una resistència d'aigua r i a un cursor de l'oscil·lògraf de S&H. tipus V. Per assegurar el dispositiu en el cas de cremar-se un cursor, va ésser connectat en paral·lel un talla circuit a buit. El corrent del tub va ésser rebut sobre un *shunt*.

Varen ésser preses oscil·logràficament tres experiències de circuit curt. El procés del circuit curt dona les valors d'accionament normal següents:

Amplitud de corrent	0,585 A
Corrent d'emissió ⁵	0,186 A
Tensió anòdica	550-560 V
Tensió de bloqueig ⁶	49000 V
Càrrega anòdica	96-106 W
Càrrega anòdica específica	43-1,4 W/cm ²
Temperatura anòdica	1200 ⁰ abs.

La caiguda de tensió al transformador comportà 3.000 a 4.000 V. o sigui de 6 a 8 de notar, per a la valoració de la tensió anòdica, que les petites oscil·lacions que mostra la corba de tensió en el sentit de pas, cal atribuir-les a un aflujament del mirall colís.

El tub treballava, per tant, amb la utilització completa de la tensió de cresta (560 v) i una temperatura anòdica corresponent alta. El curt circuit fou provocat 2 1/2 períodes després del començament de l'oscil·lograma. L'ànode del tub vingué de seguida al blanc; hom veié, momentàniament, que el gas esdevenia lliure, el tub lluí i l'interruptor automàtic desconectà. El curt circuit tingué, per conseqüència una ràpida i remarcable oscil·lació d'alta freqüència. L'amplitud del corrent muntà a 2,3 vegades la seva valor.

⁵ El corrent d'emissió és definit com la valor mitjana aritmètica del corrent sobre una onda de corrent altern total en càrrega de resistència pura, i correspon per tant al corrent d'alta que pot carregar el tub com a orga simple.

⁶ Com a tensió de bloqueig és donada la valor efectiva d'una tensió sinusoidal, la qual en aquest cas es evidència més baixa en comparança amb l'alta tensió del transformador; l'altíssima valor de tensió entre ànode i càtode en la fase de bloqueig és en aquest cas $\sqrt{2} \cdot 49000$ V o sigui 69000 V.

8 % de la tensió normal de línia. La corba de tensió tingué en el sentit de bloqueig una important oscil·lació esmorteïda de nombre de períodes de les novenes harmòniques, la qual es reforçava de període en període. Aquesta oscil·lació és, també, apreciada en la corba de corrent i té el caràcter marcat d'una descàrrega de condensador. Tal com ensenya un senzill càlcul, la inductivitat de dispersió del transformador forma, amb la capacitat del tub vàlvula, una ressonància, la qual s'escau en l'ordre de les harmòniques novenes.

L'oscillograma mostrava en el període 10 després del circuit curt un primer desprendiment de gas, com es veu per les curtes descàrregues a sotracs durant aquest període. L'amplitud de corrent munta a 2,0 A. En la següent fase de bloqueig apareix el primer corrent de retorn, el qual passa tot el mig període paral·lel a l'eix d'abscisses. Té, per tant, una acurada punta aguda. En la fase de pas del període 11 té lloc pel corrent de retorn de l'ànode un fort escalfament del filament d'encesa; l'amplitud de corrent

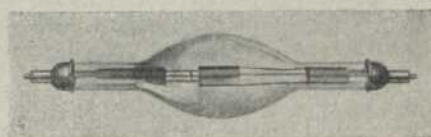


Fig. 7 - Vàlvula incaudent VA 130/600-12.

munta a 6,25 A, per la qual cosa és alliberat molt de gas; assolit completament el curt circuit, la tensió del tub és trencada ensems.

En la taula següent són reunides les dades per a les tres experiències relatives a la càrrega de curt circuit en quilovoltampers, el temps de curt circuit calculat i mesurat i la variació en tant per cent.

Orçil·la grama	Càrrega de curt circuit	Temps de circuit curt calentat		Variació
		mesurat	calculat	
1	17,0 kVA	0,10 s	0,14 s	+ 40 %
2	14,7 ..	s,12 ..	0,18 ..	+ 33 %
3	10,1 ..	0,18 ..	0,22 ..	+ 22 %

DADES TECNÍQUES DE LA VALVULA TIPUS VA 130/600-12.

La fig. 7 mostra fotogràficament l'aspecte d'aquest tub emprat normalment en els dispositius d'electrofiltres. La tensió de prova del tub és de 200 kv., valor efectiu de l'equivalent a la tensió alternativa; per altra part el tub és provat a la tensió de 283 kilovats.

Els tubs són muntats segons els dos esquemes esmentats i s'utilitzen per a una amplitud de tensió màxima de 141 kv. El corrent de cresta del tub importa 600 mA. i el corrent d'emissió ⁷ 200 mA. L'encesa del tub requereix 240 w., compresa la pèrdua en la resistència d'òxid de ferro connectada al càtode i que serveix per regular les variacions de tensió de línia. El corrent normal d'encesa és de 16,8 A. El tub vàlvula té una durada de vida mitjana de 3.500 hores i el curt circuit és suportat amb seguretat durant 0,5 segon.

⁷ Vegis nota 5.

DISPOSITIU D'ELECTROFILTRE D'ASSAIG AMB TUBS VALVULES

Una de les coses que hom sap amb certesa en el corrent continu, és l'efecte de filtre dels gasos. L'acció d'això consisteix en un corrent que travessa el gas pur d'un tub posat al potencial de la terra i en el qual es troba un elèctrode d'espurneig a potencial negatiu. Sota la influència d'aquest elèctrode són creats en el gas ions positius i negatius, dels quals alguns viatgen en el tub i els altres creen en les proximitats de l'electrode d'espurneig una càrrega espacial, i són carregades les partícules estranyes que hi han al gas. Amb això es dona la possibilitat de què aquestes partícules carregades colpegin les parets del tub i allà siguin abatudes.

Per a posar de manifest la superior valor de les instal·lacions de contacte rotatori, hom féu un dispositiu de recerques amb un dels filtres de gas que la SSW havia fet per a la Amoniakwerk Messeburg, la qual la cedí gustosament.

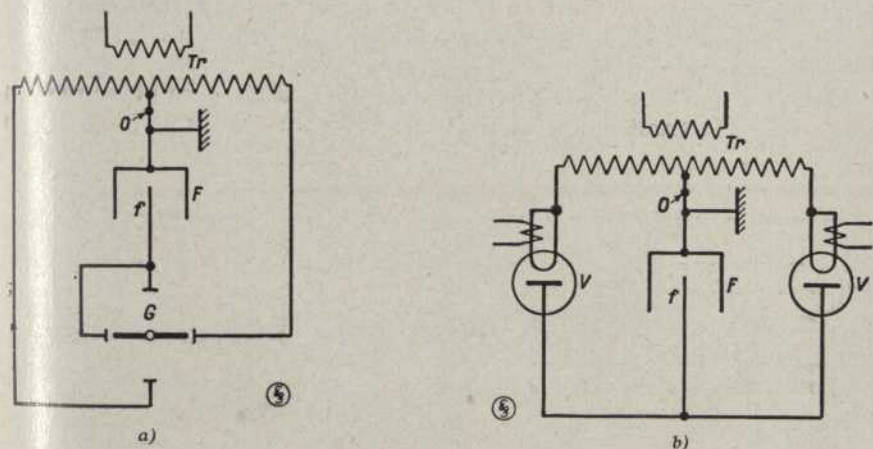


Fig. 8 - Esquerra de principi d'un electrofiltre
 a) amb rectificador mecànic.
 b) amb rectificador de càtode incandescent.

Hom veu a la fig. 8a l'esquema bàsic per a la execució del dispositiu mecànic de rectificació. Consta d'un transformador d'alta tensió, el punt mig del secundari del qual està posat a terra. *A* és el rectificador mecànic, *F* el filtre, l'electrode incandescent del qual té potencial negatiu. A la fig. 8b hom ha substituït el rectificador mecànic per les vàlvules *V*. Ací fou utilitzada la connexió doble en lloc de la connexió DELON més favorable per causa de la facilitat de poder connectar el rectificador mecànic o el joc de vàlvules. Quan els càtodes de les vàlvules d'aquesta connexió cal isolar-los de terra per les altes tensions, els filaments són escalfats per mitjà dels transformadors d'encesa *W*.

La fig. 9 mostra un dibuix esquemàtic d'un transformador d'aquesta mena. Cal que tingui un isolament molt fort entre enrotllaments de treball en relativament baixa tensió de línia, car rep, com ha estat dit, l'alta tensió completa del transformador contra terra. Això condueix a la construcció consistent en un llarg cos isolant *J* sobre nucli de ferro obert *E* on és col·locat el bobinat *W*, que rep o l'alta tensió contra terra. un nucli de ferro obert *E* on és col·locat el bobinat *W*.

* Fa referència a l'emissió electrònica del fil incandescent. (N. del T.).

Per a la regulació de les variacions de la tensió de línia es connecten al circuit d'encesa de les vàlvules unes resistències d'òxid de ferro. A la fig. 10 hom veu la característica de tensió d'aquestes resistències. Fins a una determinada valor de tensió (P_1) el corrent creix proporcionalment a la tensió, després permanece constant sobre una grossa extensió, per a continuar pujant en P_2 . Les resistències d'òxid de ferro estan mesurades de tal manera que la tensió inferior P_1 és un terç de la més alta tensió de regulació P_2 . En l'extensió P_1 a P_2 la resistència imprimeix, per tant, tota variació de tensió. Si fixem ara una valor mitjana P_0 , aleshores tenim dues proporcions de tensió $P_1 - P_0$ i $P_0 - P_2$ on el corrent d'encesa no varia encara que faci variacions la tensió de línia o del transformador.

El conjunt de tubs és muntat en un bastidor. La fig. 11 mostra aquesta disposició. A la part baixa del bastidor es troben els transformadors d'encesa amb suports tubulars, sobre els quals, en isoladors, hi han els ampèrmetres i les resistències d'òxid de ferro i a la part alta del bastidor estan les vàlvules electròniques igualment fixades als isoladors per mitjà de brides.

El filtre de gas treballa normalment amb una tensió de 40 — 50 kv. de tensió alternativa efectiva. El transformador és per a una càrrega normal de 20 k vA, té punt

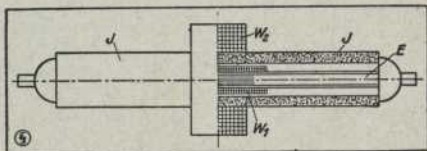


Fig. 9 - Dibuix esquemàtic d'un transformador d'encesa.

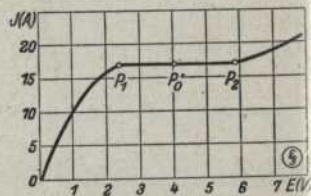


Fig. 10 - Característica de corrent-tensió d'una resistència de ferro.

mitjà de terra i dos enrotllaments de tensió cada un per a 66 kv. Les valors del tub han estat dades. La tensió de treball és ajustada a la del transformador. Amb això la tensió de bloqueig arriba, en la mesurada en el tub, a 130 kv. Els transformadors d'encesa són construïts per a connexió a línia de 380 V. i donen en el circuit d'encesa amb una tensió de 14 v un corrent secundari de 17 A. L'isolament entre enrotllaments de treball està previst per a 60 kv. Les resistències d'òxid de ferro regulen entre 2 i 6 v. o sigui + 12,5 % de variació de tensió.

a) OSCILLOGRAMA DE CORRENT I DE TENSÍO:

Notem primer la pèrdua de corrent i tensió per a ambdós menes de rectificadors (fig. 12)^o. En l'oscillograma hom registra:

1. La tensió del costat de baixa tensió del transformador principal.

Aquesta serví com a marca de temps i no fou contrastada. El seu caràcter distorsionat està encara per aclarir; la tensió del transformador era regulada per una resistència.

2.—Tensió rectificada, presa damunt resistències d'aigua.

3. Corrent rectificat, pres en el conductor de retorn del filtre al transformador, sobre shunts no inductius (fig. 8a i 8b al punt o).

^o Els oscillogrames varen ésser presos en unes segones experiències amb una altra mena de filtres. Amb relació als esquemes donats, solament fou variat que entre el filtre i el dispositiu rectificador s'hi afegí una resistència de silit de 10000 ohm.

L'oscillograma del rectificador mecànic fa veure que el pas del corrent es produeix un cop cada mitja onda o sigui quan els segments de contacte estan un enfront de l'altre. El temps de contacte és aproximadament d'un quart de període. Durant el pas de la guspira entre segments es forma un circuit oscil·lant que es tanca per la inductivitat esparça del transformador, capacitat del filtre i per la guspira. El nombre de períodes d'aquesta oscil·lació per'orbadora és 2650. La pèrdua de la corba de tensió ensenya que, tant la càrrega com la descàrrega del filtre, és una funció de e . La tensió al filtre baixa durant la descàrrega aproximadament de la meitat de la seva valor més alta. Durant un petit temps del semi-període, per tant, té lloc una poderosa ionització del gas.

També amb els rectificadors de tubs la tensió contínua al filtre baixa a la meitat del seu valor original Això denota que els tubs no reben en la fase de bloqueig

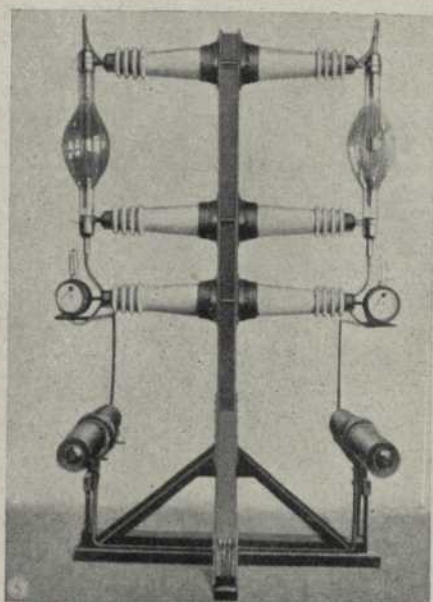


Fig. 11
Rectificador de càtode
incandescent.

tota llur tensió de bloqueig, la qual esdevé doble de la tensió de treball en l'anterior connexió doble, sinó que l'absorció de tensió comporta només l'altra meitat de la tensió de treball. L'augment de tensió al filtre es fa més lentament que la disminució fins al començament del nou període de càrrega. La valor més alta de la corba de corrent precedeix a la valor més alta de la tensió: la valor més alta de la tensió és després d'un temps el terç del semi-període quan l'amplitud més alta del corrent ja encaixa un quart del semiperíode. En l'oscillograma, la pèrdua del corrent teòric és

$$J \sin^2 \frac{1}{8} \omega t \text{ Això demostra una derivació d'aquesta pèrdua entre els punts } \omega t = \frac{\pi}{16}$$

$\omega t = \frac{\pi}{8}$. Hom estableix, per tant, les següents conseqüències:

²⁰ Al oscillograma de treball amb rectificador de tubs, les valors absolutes de cada semionda són diferents. La causa d'això estriba en que la resistència de silit

1. Les oscil·lacions de freqüència mitjana desapareixen en el treball amb el dispositiu de tubs.

2. Una comparació de la pèrdua de tensió en la proximitat de la valor més alta mostra que les amplituds de tensió altes en el rectificador de tubs són mantingudes aproximadament doble temps que amb rectificador mecànic; hom pot per tant activar una molt poderosa ionització del gas.

3. Amb el rectificador mecànic el corrent de càrrega es presenta quasi com onda en angle recte, mentre amb el dispositiu de tubs depèn de la funció $\sin^{2/3} \omega t$. La instal·lació és per tant en aquest últim cas molt menys castigada per sobretensions. D'això es desprèn que les contínues petites guspises en el filtre no cal considerar-les durant el treball amb rectificador de tubs.

b) CARACTERÍSTIQUES DEL FILTRE I PURIFICACIÓ.

La fig. 13 mostra la marxa d'una característica del filtre emprat en l'assaig. Com

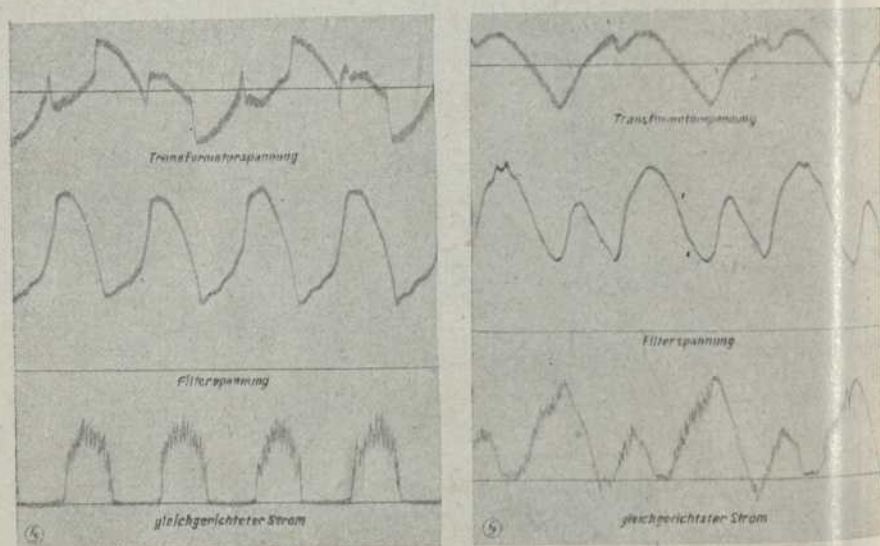


Fig. 12 - Oscil·logrames presos a lelectrofiltre.

a) amb rectificador mecànic

b) unit rectificador de càtode incandescent.

Tranformatorspannung = tensió del transformador.

Filterspannung = tensió del filtre.

gleichgerichteter Strom = corrent rectificat.

a abscises hom pren les tensions al filtre i com a ordenades la valor mitja del corrent contiúu en el conductor de retorn al transformador .

En el rectificador de tubs basta l'aplicació d'uns 15 kv. al filtre per a fer notable el passatge de corrent i cal aprox. 20 kv. per a la mateixa acció en els rectificadors mecànics; la càrrega altíssima del filtre de 330 m. A. és provocada en el rectificador de vàlvules amb 40 kv. i en el mecànic són necessaris 43 kv. Un augment de d'una branca era nova, mentre la resistència de l'altre branca ja era usada. Ambdues resistències tenien un valor nominal de 100.000 ohm.

tensió en les vàlvules fins 43 kv. permet un corrent de 400 m. A. Mentre el rectificador mecànic amb aquestes tensions ja provoca descàrregues en el filtre, el dispositiu amb vàlvules incandescentes està completament lliure de descàrregues.

El major pas de corrent en les instal·lacions de vàlvules incandescentes essencialment té dos orígens. Tal com s'esplana al paràgraf precedent, són assolides més grans amplituds d'alta tensió que amb els rectificadors mecànics. Demés, la pèrdua interna del tub és de $\frac{7}{8}$ a $\frac{1}{8}$ de la pèrdua que originà el pas de guspira en els rectificadors mecànics. Hom veu a la característica que l'extensió entre ambdues corbes en les més altes valors de tensió és quelcom de petit i d'això depèn que caigui la resistència de guspira a valors de corrent més altes.

La purificació de filtre, que en els rectificadors mecànics assoleix 90 %, és millorada, a igualtat de corrent en el filtre, utilitzant tubs en la rectificació. Hom treu la conseqüència que per causa de la menor inclinació, poden, segons les circumstàncies, ésser creades essencialment majors densitats de corrent que amb instal·lacions mecàniques i hom pot també augmentar el grau de purificació.

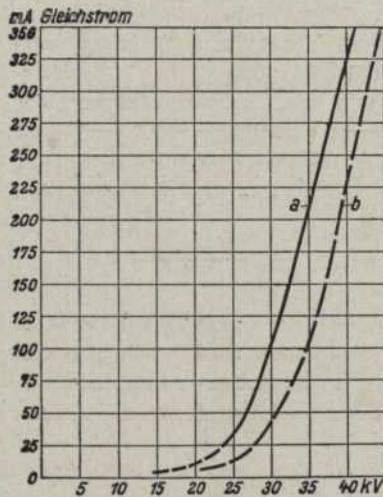


Fig. 13 - Característica d'un electrofiltre.

a = Rectificador de vàlvules.
b = Rectificador de puntes.

c) RADIOPERTURBACIONS.

A conseqüència de les oscil·lacions de mitja i alta freqüència que provoca el rectificador mecànic hom crea perturbacions en els receptors de ràdio situats en les immediacions de l'electro-filtre. El mitjà principal per evitar aquestes perturbacions són:

1. Augment de l'esmortuiment amb la col·locació de resistències d'alta valor òhmica en les diverses derivacions del rectificador. Aquesta disposició té el desavantatge que introdueix encara una important pèrdua amb la caiguda de tensió òhmica.

2. Pantalla protectora metàl·lica de tota la instal·lació, ço que naturalment augmenta el cost.

Treballant amb rectificador de tubs, en què la pròpia font de perturbacions del rectificador mecànic és totalment suprimida, és possible de tenir la instal·lació lliure de perturbacions sense dispositius especials, com mostra l'experiència precedent.

Prop de la cambra d'alta tensió de l'electrofiltre esmentat hi havien dues antenes paral·leles de 50 m. de longitud. La distància entre elles era de 80 m. Una antena va

ésser posada sota el corrent continu d'alta tensió, un cop procedent del rectificador mecànic amb resistències esmortidores i un altre cop del rectificador a vàlvules. La segona antena servia per a escoltar amb un aparell detector; hom sap que la selectivitat d'aquests aparells receptors és molt petita per a freqüències simples. Alimentant l'antena amb el rectificador mecànic l'esmortuiment provocat era fortament percebut en els auriculars, i no era quasi perceptible la radioestació de Leipzig situada a 25 km. Aleshores fou alimentada l'antena amb el rectificador de vàlvules i hom no escoltà cap soroll i la estació de Leipzig es percebrà completament neta i clara.

La reglamentació alemanya relativa a la propietat i a l'explotació dels empleats.

A l'hora en què el Parlament francès, d'una banda i el B. I. T. a Ginebra, d'altra banda, estudien les bases d'una reglamentació relativa a la propietat i les condicions d'explotació dels invents dels empleats, és interessant d'assenyalar el contracte-típus redactat de comú acord pels representants de la Unió nacional de la indústria alemanya i els de l'Associació dels Enginyers diplomats de les grans escoles.

El contracte-típus, reproduït a continuació, ha estat establert com aplicació de la llei alemanya entrada en vigor el primer de Juliol de 1927, i que reglamenta les relacions dels empleats i dels empleadors en matèria d'invenció ¹.

I.—INVENCIONS

a) *Invençons d'empresa*.—Una invenció feta en una empresa és una "invenció d'empresa" quan ella és tan fortament condicionada pels treballs preliminars, els mètodes, els mitjans accessoris i les instigacions de l'empresa, que no sigui possible a ningú pretendre que ell n'és l'inventor, invocant un fet que surti de la seva activitat professional particular.

b) *Invençons de servei*.—Una invenció que no constitueix una invenció d'empresa, és "la invenció de servei" d'un o de distints empleats, quan l'activitat que ha dut a l'invent deriva de les obligacions de servei d'aquest (o d'aquests) funcionaris i aixímateix, quan l'invent, tot i no derivant directament de l'activitat de servei d'un o de distints empleats, ha estat condicionat manifestament pels treballs preliminars, els mètodes, els mitjans auxiliars o les instigacions de l'empresa.

c) *Invençons lliures*.—Les que no són ni invençons d'empresa, ni invençons de servei, són invençons lliures.

II.—OBLIGACIONS DE COMUNICAR

a) *Invençons fetes durant els estats de servei*.—L'empleat té l'obligació de comunicar al seu empleador, tan aviat com les haurà acabades, les innovacions, millores, invençons i experiències que haurà fet durant el seu servei.

Sota demanda de l'empresa, l'empleat ve obligat de furnir a aquesta una exposició

¹ *Zeitschrift des deutschen Vereins für den Schutz des gewerleichen Eigentums*, gener, 1929.

de les condicions en les quals l'invent ha estat fet i, en particular, de la participació d'altres empleats en aquest invent, dels treballs preliminars, dels mètodes i investigacions seguits per ell i del gènere de l'invent.

b) *Invençions anteriors a l'entrada en servei.*—No són considerades com invençions fetes o adquirides anteriorment a l'entrada en servei, més que les que hagin estat objecte d'una demanda de patent, abans d'aquesta entrada en servei.

L'empleat deu, des de la seva entrada en servei, donar compte al seu empleador dels invents anteriors a la seva entrada en servei que hagin donat lloc a demandes de patent o sobre els quals ell posseeixi drets. Si ell omet de fer aquesta comunicació, es priva del dret d'elevat contra l'empresa amb la qual es lliga per un contracte de treball, una reivindicació qualsevulla fonamentada sobre l'invent considerat.

c) *Adquisicions d'invençions durant el curs del servei.*—Si l'empleat adquireix d'un tercer, durant el curs del seu treball drets sobre invents que interessin el domini d'activitat de l'empresa, ha de donar compte a aquesta de la seva adquisició immediatament. Si ell deixa de fer aquesta comunicació, no pot fer valdre els seus drets davant d'ella. Si ell es conserva un dret prohibitiu oposable a l'empresa, aquesta pot rescindir el contracte de treball dintre el termini legal, a menys que el contracte de treball no prevegi un termini més curt.

III.—DRETS DE L'EMPRESA SOBRE LES INVENCIONS DEL SEU EMPLEAT

Les invençions d'empresa i les invençions de servei pertanyen a l'empleador. Les invençions lliures pertanyen a l'empleat. L'empleador té una opció per tal d'adquirir aquests invents en les condicions exposades en l'apartat IVc

IV.—DRETS DE L'EMPLEADOR PER A PROTEGIR LES INVENCIONS

a) *Invençions d'empresa.*—L'empresa té el dret de prendre totes les mesures de precaució, a Alemanya com a l'estranger, en allò que es refereix a les invençions d'empresa i explotar-les com li convingui. Té el dret de demanar que, en el títol de la patent, la invenció sigui assenyalada com invenció d'empresa. Cap demanda de remuneració no pot ésser formulada valablement per l'empleat, en ocasió d'una invenció d'empresa.

b) *Invençions de servei.*—Per les invençions de servei, l'empresa té el dret de prendre totes les mesures de protecció, tant a Alemanya com a l'estranger.

L'empresa ha de fer conèixer dintre un termini determinat, que, tant com sigui possible, no haurà d'excedir de quatre mesos a partir del dia de la comunicació de l'invent, o de l'oportú requeriment que li haurà estat adreçat per l'empleat, si desitja prendre o no mesures de garantia respecte a una invenció de servei. Si hom fa la demanda corresponent d'una patent alemanya, la data de la demanda marca el punt de partida del terme dintre del qual l'empresa haurà de fer conèixer si desitja depositar demandes de patents estrangeres, fonamentant-se en la prioritat de la demanda feta ja a Alemanya; el termini considerat, expirarà quatre mesos abans de la fi del període de prioritat previst per la Convenció internacional.

Si l'empleador renuncia a qualsevol dret sobre la demanda de patent i si ell no reivindica el dret de mantenir-la en secret, dona dret a l'empleat de registrar patents relatives a la invenció considerada tant a Alemanya com a l'estranger, així com d'ex-

plotar-les sota reserva, no obstant, del dret conservat per l'empresa d'utilitzar la dita invenció a Alemanya i a l'estranger (§ V. 4).

Si l'empresa registra una demanda de patent alemanya, però si renuncia a registrar demandes de patents estrangeres, ve obligada, si l'empleat ho demana i a despeses del mateix, a registrar patents en els països, la legislació dels quals exigeix que el registre sigui efectuat en nom del titular de la demanda d'origen. Ve obligada, oimés, a transferir a l'inventor, o a un tercer designat per aquest, les patents una vegada concedides.

Si l'empresa decideix no mantenir més temps en vigor les mesures de protecció, preses ja per a una invenció de servei, n'ha d'informar, en temps útil, l'inventor i, si aquest ho desitja, transferir-li el dret al qual ella renuncia, a fi de permetre-li de seguir-ne l'explotació com li convingui; les despeses de la transferència són a càrrec de l'empleat.

L'abandó, per part de l'empresa, del dret de referència, no afecta el seu dret d'utilitzar la invenció.

L'empleat només ha d'explotar una invenció que li sigui abandonada, en condicions que li siguin permeses per la seva situació. En particular, no deu pas, sense el consentiment formal de l'empresa, utilitzar el temps del seu servei o bé el material d'aquesta per a treballs de valorització de la seva invenció. Igualment, no deu, de cap manera, valoritzar, sense autorització expressa, un mètode d'empresa mantingut secret.

c) *Invençions lliures*.—L'empresa té una opció per tal d'adquirir els drets de protecció demanats o concedits, sobre una invenció lliure d'un empleat. L'empleador ha de pronunciar-se en un termini determinat i fer conèixer si vol o no exercir la facultat que li és reservada. L'explotació per l'empleat dels drets afectes a invençions lliures està sotsmesa a les mateixes limitacions que la de les invençions de servei que li hagin estat abandonades.

V.—DEMANA DE REMUNERACIÓ DE L'EMPLEAT

1. a) Si l'empleador no abandona al seu empleat una patent relativa a una invenció de servei, l'empleat pot demanar en aquesta ocasió una remuneració especial si els beneficis obtinguts de la invenció o d'un ús qualsevol que en sigui fet, dintre els drets retinguts per l'empleador, són netament desproporcionats en referència al sou atorgat a l'empleat per la seva activitat de servei.

b) La remuneració especial pot consistir en un augment de sou o en una participació de l'invent, o, encara, en el pagament d'una suma alçada, única.

2.—Per tal d'evaluar la remuneració especial a atorgar a l'empleat que ha fet una invenció, cal tenir en compte les circumstàncies en les quals ha estat feta la invenció i la seva valor econòmica; particularment, hom tindrà en compte:

a) La importància econòmica que l'invent representa per a l'empresa;

b) Les circumstàncies i disposicions tècniques particulars que han menat a l'èxit de l'invent;

c) D'una banda, pel fet que l'empleat pot haver rebut una missió particular o general i que ell hagi seguit una via determinada, sigui per ell mateix, sigui per les directives que li han estat donades;

D'altra banda, per la part que han tingut en el gènesi de la invenció els treballs

preparatoris, els assaigs i les iniciatives de l'empresa, fins i tot, sota la forma de prescripcions de servei;

d) La participació dels altres empleats a la concepció de l'invent;

e) Els esforços fets per l'empresa per tal de realitzar l'invent i dur-lo a terme, abans d'haver estat portat a la seva forma definitiva i els riscos correguts en aquesta ocasió;

f) La situació jeràrquica de l'inventor;

g) La naturalesa de la protecció acordada a l'empleador en virtut de les lleis en vigor, tenint en compte la durada d'aquests drets.

3er. Si l'empleador no dona desenrotllament manifest a una invenció de servei i corresponent a la seva importància real, l'empleat pot demanar una remuneració que, tenint en compte totes les circumstàncies, correspongui a la importància econòmica més elevada de l'invent, de manera que, després d'una consideració raonable de les circumstàncies, hom no pugui exigir de l'empresa, d'una manera general, la utilització de l'invent o l'explotació més intensiva del mateix.

4t. Si per un invent, l'empresa abandona a l'empleat els drets de protecció que li confereix la llei, així com la facultat d'explotar aquests drets, queda alliberada de l'obligació de pagar al seu empleat tota remuneració ulterior per a la utilització de l'invent durant tot el temps de validesa dels drets així transferits.

5è. a) Si l'empleador decideix servir en secret una invenció de servei susceptible d'ésser patentada i si, per aquest fet, renuncia als drets legals de protecció; si, omés, no transfereix a l'empleat el dret de reivindicar aquests drets, l'empleat podrà demanar una remuneració per la utilització de l'invent feta per l'empleador, exactament com si existís una patent.

b) Si es produeix una divergència d'opinió entre l'empresa i l'empleat inventor, respecte de la patentabilitat d'una invenció mantinguda secreta, l'inventor pot demanar que la invenció sigui objecte de registre, a Alemanya, d'una demanda de patent i que sigui prosseguit el procediment fins a obtenir una decisió relativa a què la demanda sigui posada a la inspecció pública. Si, a causa d'aquesta decisió, l'empleador retira la demanda, la decisió de què la demanda sigui posada a la inspecció pública, val com prova de patentabilitat.

c) En el cas de mantenir en secret una invenció patentable, l'empleador ha de prendre totes les precaucions raonables per tal de servir el secret. Si ell vol divulgar l'invent, deu, o bé fer registrar, per endavant, una demanda de patent pel mateix, o bé, transferir a l'inventor la demanda de patent i el dret d'explotar-la.

VI.—REIVINDICACIÓ DE L'EMPLEAT, RESPECTE L'ENUNCIACIÓ DEL SEU NOM

En el cas de tractar-se d'invençions de servei, l'empleat inventor pot demanar que el seu nom sigui mencionat en la patent impresa, com éssent el de l'inventor, sempre que aquesta citació sigui autoritzada pels reglaments dels països de referència i que la mateixa no pugui perjudicar els drets de propietat de l'empleador. Per a ésser vàlida, la demanda de l'empleat ha d'ésser formulada abans de la impressió de la patent.

VII.—PROLONGACIÓ DELS DRETS, DESPRÉS DE L'EXPIRACIÓ DEL CONTRACTE DE TREBALL

1er. L'inventor i els seus hereus poden fer valer encara llurs drets a una remuneració i a la menció del nom de l'inventor, després de la rescissió del contracte de treball si no existeixen convencions contràries.

2on. En allò que es refereix als invents patentables, però no patentats i mantinguts en secret, l'inventor vé obligat a respectar aquest secret, fins i tot després de l'expiració del contracte, fins i tant que l'empleador l'alliberi expressament d'aquesta obligació.

3er. Els drets de l'empleador sobre una invenció feta per un dels seus empleats durant el curs del contracte de treball, no són afectats per l'expiració d'aquest contracte.

Una vegada expirat el seu contracte de treball, l'empleat ve obligat a comunicar a l'empresa les invencions que ell ha fet durant el curs de validesa del contracte i a fornir tota mena d'explicacions respecte la concepció de l'invent, si l'empresa li ho demana per escrit en el terme d'un mes.

4t. Després de l'expiració del contracte de treball, l'empleat ve obligat igualment, per les invencions fetes durant el curs del contracte i retingudes per l'empresa, a fer totes les gestions exigides per la llei als inventors, a fi d'obtenir patents, tant a Alemanya com a l'estranger o, encara, per transferir a l'empleador drets sobre patents. L'empleat té dret a una remuneració pel temps consagrat així, per ell, a l'acompliment d'aquestes gestions.

Les despeses brutes tingudes per l'inventor per tal d'efectuar aquestes gestions, aniran a càrrec de l'empresa.

5è. Durant tot el període, en el curs del qual l'empresa podrà invocar enfront de l'empleat els paràgrafs VII 3 i VII 4, l'empleat haurà de comunicar-li la seva adreça actual. Les comunicacions que l'empresa hagi de fer a l'empleat, d'acord amb les prescripcions precedents, seran considerades com efectuades quan elles hagin estat adreçades a l'empleat, per l'empresa, per lletra certificada dirigida a la darrera adreça comunicada.—J. V.

La nova màquina frigorífica a vapor d'aigua amb evaporadors i condensadors a pisos Scam-Follain¹

Aquest tipus de màquina frigorífica a vapor, deixant de banda casos excepcionals, és solament utilitzable quan els refredaments no baixin gaire més avall de 0°.

Tal com en la màquina de Westinghouse-Leblanc, el refredament s'exerceix directament sobre l'aigua o sobre una solució salina parcialment vaporitzada. És aquest un avantatge evident sobre les altres màquines, en les quals el refredament s'exerceix a través d'una superfície metàl·lica, ço que exigeix per al fluid frigorífic una temperatura inferior d'alguns graus a la que hom vol donar al fluid a refredar. La superpressió d'aquesta superfície metàl·lica és, a més, una important economia en la construcció dels aparells.

¹ M. E. SAUVAGE, Comunicació a la "Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale", *La Tech. Moderne*, vol. XXI, pàg. 456.

En la nova màquina, en lloc de produir el refredament de l'aigua d'una sola vegada, hom procedeix per refredaments successius; per descendir de 15° a 0° graus, per exemple, hom refreda el líquid en tres vegades: de 15° a 10°, de 10° a 5° i de 5° a 0°, i cada un d'aquests refredaments és produït per un injector separat. Segons els càlculs del Sr. FOLLAIN, aquesta disposició, comparada a la d'injector únic, redueix en la proporció de 100 a 72 les despeses de vapor, car tots els injectors convergeixen en un condensador únic. Una nova economia deriva, encara, de l'aplicació de tres condensadors separats, fins a l'extrem de reduir a la meitat la despesa primitiva.

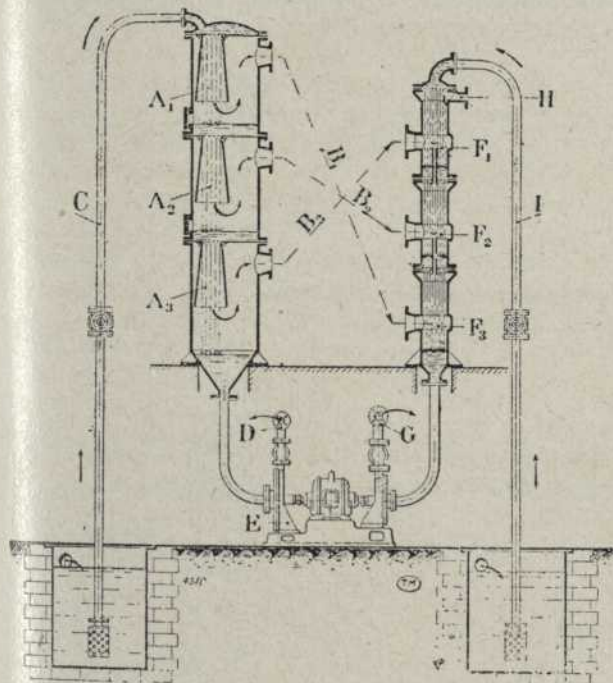


Fig. 1—Esquema de la màquina frigorífica a vapor d'aigua
*A*₁, *A*₂, *A*₃, evaporadors; —
*B*₁, *B*₂, *B*₃, trajectes del vapor; —
C, Aspiració d'aigua o de salmorra per refrigerar; —
D, vers les superfícies fredes
 — *E*, bomba per a la salmorra;
 — *F*₁, *F*₂, *F*₃, condensadors;
 — *G*, descàrrega d'aigua ca
 lenta; — *H*, vers l'extractor
 d'aire; — *I*, aspiració d'aigua
 de condensació.

Aquests condensadors són a barreja, de manera que en ells també ha estat suprimida la superfície d'intercanvi.

Aquests aparells triples són superposats en dues columnes: L'una és formada per tres cambres d'evaporització, l'altra de tres condensadors. La fig 1 dona l'esquema de l'aparell. El primer refredament (de 15° a 10° graus en l'exemple escollit) es fa en l'evaporador superior *A*₁; el líquid cau en l'evaporador següent *A*₂, on és refredat de 10° a 5° graus, i després en el tercer evaporador *A*₃ en el qual es fa el refredament final a 0°. El líquid circula ací per l'acció de la pesantor i per la diferència de pressió d'un evaporador a l'altre.

La mateixa aigua de refredament travessa els tres condensadors; el condensador superior *F*₁ rep l'aigua en primer lloc, a l'ensens que el vapor de l'injector del darrer evaporador. L'aigua de refredament travessa, després, el segon condensador *F*₂ on desemboca l'injector del segon evaporador i el tercer condensador *F*₃ que rep el vapor del primer injector *B*₁.

La pressió va augmentant d'un condensador a l'altre; però la altura d'aigua entre els condensadors és prou gran perquè l'escolament es produeixi malgra: aquesta

diferència de pressions. Una disposició especial (fig. 2) fa que el dèbit sigui independent de la variació d'aquestes pressions que poden produir-se en els condensadors.

Per això hom ha realitzat entre cada un dels pisos de condensació (fig. 2) una mena de vas de MARIOTTE en el qual l'aigua de condensació passa d'un pis a l'altre a través d'un tub *A* de molt feble secció en comparació a la de la caixa d'aigua *B* col·locada a sobre de la crepina de distribució d'aigua al pis immediatament inferior.

Un tub d'equilibri *C* fa comunicar la part superior de la capa d'aigua del recipient *B*, amb el buit establert a sota la crepina. D'aquesta manera s'estableix en règim normal, a l'interior del tub *A*, una alçada d'aigua *H*, corresponent a la diferència de les tensions $P-p$ que regeixen, respectivament, en els dos pisos veïns.

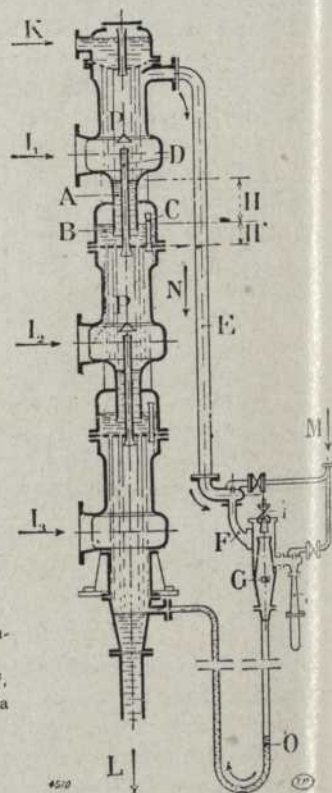


Fig. 2—Esquema del dispositiu que independitza el dèbit de les variacions de pressió als condensadors.

A, tubulura; B, Caixa; C, tub d'equilibri; D, tub; E, aire; F, G, Unions; I_1 , I_2 , I_3 , injectors; K, aspiració d'aigua; L, sortida d'aigua calenta; M, vapor.

Si per conseqüència d'una disminució, prevista o no, del consum de vapor de l'injector, disminueix la tensió p corresponent a la temperatura de l'aigua calenta, ço que augmenta, encara, la diferència $P-p$, únicament l'alçada *H* creix proporcionalment, sense perjudici sensible en el règim d'escolament del recipient *B*, ja que aquest equilibri s'estableix molt ràpidament, tota vegada que la feble secció d'*A* s'omple bruscament i àdhuc abans que l'alçada d'aigua *H* que actua sobre la crepina del recipient *B* es trobi disminuïda.

El règim d'aigua del condensador del mig no és, doncs, pertorbat; el mateix passarà a partir del moment de la represa normal de funcionament, és a dir: en el cas que la pressió en el condensador superior s'elevi novament fins a la valor de p , l'al-

cada H es reduirà molt ràpidament a la seva valor normal i descarregarà el seu excedent sobre l'ampla superfície de B , regularitzant d'aquesta manera el dèbit d'aigua d'una capacitat a l'altra, i amortiguant, fins al punt de fer-les insensibles, les oscil·lacions de buit en cada un dels pisos de condensació així establerts.

L'aire és aspirat en els condensadors per un extractor de vapor Westinghouse-Leblanc de dos injectors en sèrie amb condensador intermig: l'aspiració es fa, únicament, en el primer condensador, en el qual es reuneix la major part de l'aire provinent de l'aigua de condensació i del líquid refredat. Els dos altres condensadors comuniquen amb el primer per un tub de petita secció que deixa passar l'aire sense perjudicar la diferència de pressions; el regulament d'aquesta secció sembla bastant delicat.

El Sr. FOLLAIN estima la despesa de l'extractor d'aire en 50 kgs. de vapor per 100.000 calories produïdes; ell fa remarcar que una fracció d'aquest vapor—la que alimenta el segon injector—pot ésser utilitzada tot seguit per als escalfaments.

Com a òrgans en moviment, l'aparell solament comporta bombes centrífugues; l'una per a l'extracció de l'aigua dels condensadors, l'altra per a la salmorra o l'aigua refredada.

L'aparell es presta molt bé a la variació del dèbit, per a una mateixa diferència de les temperatures a l'entrada i a la sortida. A més, quan la temperatura del fluid a refredar s'abaixa, hom pot funcionar amb dos pisos solament (10° a 0°) i, àdhuc amb un de sol (5° a 0°).—C. M. LI.

El tractament de cadàvers d'animals, de desperdiciis d'es-corxadors i de peixos en la ciutat moderna.

El tractament racional de cadàvers d'animals exigeix una gran experiència i sols pot efectuar-se amb aparells apropiats.

Des de fa uns deu anys, Escher Wyss i Cia., construeixen aquests aparells. Els caracteritza el fet que la totalitat de la matèria bruta tractada és transformada en grassa i en pols de carn. Tota la proteïna continguda en la matèria bruta es retroba en la pols de carn, el qual cas no es dona en els altres sistemes d'aparells en els quals, com a seqüència de les dificultats tècniques del tractament integral de cadàvers d'animals, el caldo que es produeix durant la cocció ha d'ésser eliminat, arrossegant amb ell una gran quantitat de proteïna líquida. En els aparells Escher Wyss & Cia. els detritus tractats durant un lapsus de temps de set a vuit hores són desgrassats i transformats en farina de carn sense la més petita pèrdua de proteïna. El consum de vapor garantit s'eleva solament a 1,3 kg. de vapor per kilògram de matèria bruta.

El tractament dels cadàvers d'animals en aquests aparells es fa de la següent manera: la matèria bruta, escalfada a vapor sota pressió, és també esterilitzada i desgrassada; els residus desgrassats són assecats i la substància obtinguda és la pols de carn. Els cadàvers d'animals són introduïts en els extractors, emplaçats horitzontalment i contenint un tambor proveït d'un engrallat als quals es comunica un moviment de rotació per mitjà d'un vis sens fi. La matèria bruta de càrrega amb els ossos, sota l'acció del vapor a pressió i per mitjà del tambor engrallat, és transformada en un caldo molt fi que s'escorre de seguida vers un separador de grassa.

¹ Bulletin Escher Wyss, abril 1920.

En aquest aparell la grassa és separada i conduïda vers un recipient apropiat. El suc desgrassat, empès per mitjà de vapor sota pressió, retorna a l'extractor per ésser-hi assecat al buit i transformat en farina.

Les instal·lacions són projectades de manera que la sala on arriba la matèria bruta sigui completament isolada dels altres locals, per tal d'impedir la propagació dels gèrmens de malaltia.

Cada un dels tres grups d'aparells de les instal·lacions de les ciutats de Zuric i de Basilea permet el tractament de 120 kgs. de cadàvers d'animals en set o vuit hores aproximadament. Aquest tipus d'aparell és, també, construït per al tractament de

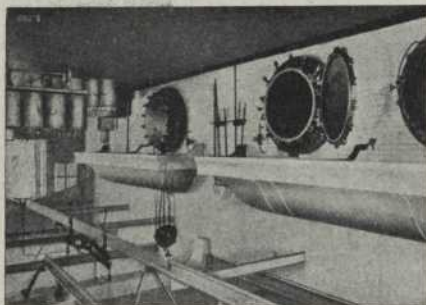


Fig. 1 Sala de càrrega de la instal·lació de Zurich.

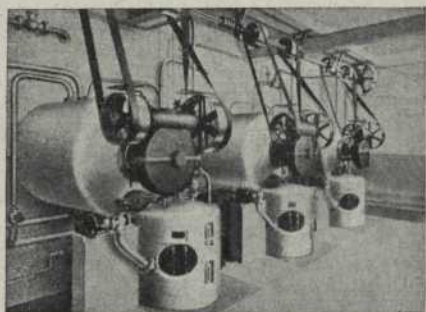


Fig. 2. Sala d'aparells de l'instal·lació de Bâle.

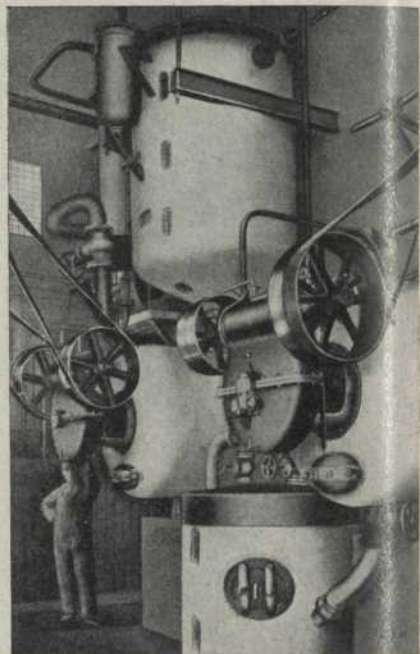


Fig. 3. Grup d'aparells.

2500 kg com a màxim. Tres d'aquests models han estat lliurats als escorxadors de la ciutat de Milà.

La instal·lació de les fàbriques termoquímiques holandeses, a Friedland, en les quals són tractats els detritus de carn i dels cadàvers del nord d'Holanda, rep fins a 40.000 kg. de cadàvers d'animals per dia; és la més gran instal·lació d'Europa.

En cada grup d'aparells són transformats integralment en grassa i en pols de carn sense cap pèrdua de proteïna, 10.000 kg. de cadàvers d'animals. Un nou aparell per a la preparació de 25.000 kg. en 24 hores està actualment en construcció.

A més d'aquests aparells, que són ensems una novetat tècnica, n'ha estat darrerament construït un altre, amb el qual la pols de carn obtinguda pel procediment al vapor i que conté, encara, de 12 a 18 per 100 de grassa, és desgrassada mitjançant una

solució adequada. El producte així obtingut és un farratge molt preat. Un d'aquests aparells ha estat exposat i posat en servei en la instal·lació de la ciutat de Basilea.

Aquests aparells, en particular els de gran potència, permeten també el tractament dels detritus dels peixos en grans quantitats. Una instal·lació per al tractament d'aquesta mena de desperdicis ha estat ja lliurada a la Nova Societat de Pesqueries a vapor, d'Arcachon; una altra instal·lació per a un consorci, a la Rochelle, està en curs de execució.—C. M. Lj.

Un nou aparell per a la determinació ràpida de la composició centesimal dels combustibles líquids pesats.

L'autor descriu un aparell estudiat per a l'anàlisi centesimal dels carburants, el maneg del qual fos realment industrial, és a dir, que pogués ésser posat en les mans d'un obrer no especialitzat i produir resultats precisos.

La facilitat de reglatge de l'aparell és, únicament, funció de la facilitat amb la qual hom pot regular el corrent d'oxigen.

Una combustió és completa si existeix un excés d'oxigen. Per obtenir aquest excés o bé cal dirigir-n'hi força—però a l'avors hom es veu obligat a augmentar la velocitat del corrent gaseós, i d'ací, l'acumulació de vapors i explosions—o bé cal, per una velocitat d'oxigen determinada, carregar aquest gas de carburant amb l'ajuda d'un calentament ben regulat.

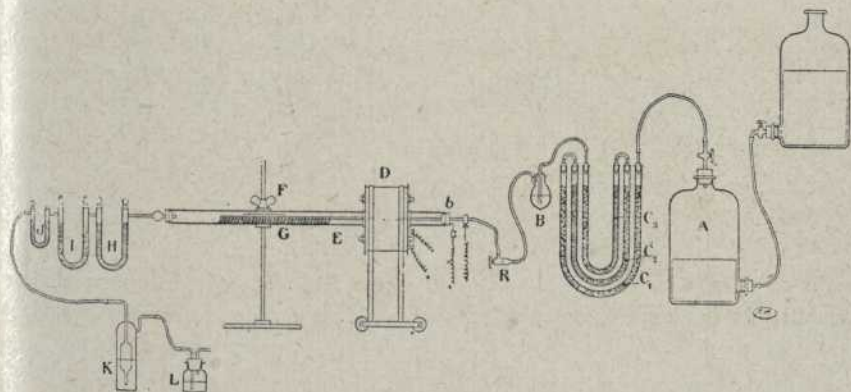


Fig. 1 - Esquema de l'aparell

A, ampolla d'oxigen; B, àcid sulfúric; C₁, clorur de calci; C₂, pedra pomes sulfúrica; C₃, fragments de potassa; D, forn elèctric; E, Zona de condensació del carburant durant la combustió; F, espiral platinada; G, encaix; H, J, pedra pomes sulfúrica; I, fragments de potassa; K, comptador de bombolles amb àcid sulfúric; L, flascó testimoni.

DESCRIPCIÓ DE L'APARELL.—L'aparell (fig. 1 i 2) comprèn:

- 1.º El generador d'oxigen: dos flascons situats sobre plans diferents de manera que realitzin una pressió d'aigua d'un metre poc més o menys.
- 2.º L'aparell de dessecació de l'oxigen: sèrie de tubs en U. Els primers contenen

¹ G. DAMANY, *La Technique Moderne*, vol. XXI, pàg. 412, juliol 1929.

clorur de calci dessecat en troços; els següents contenen, successivament, pedra pomes sulfúrica, potassa en trossos, i després pedra pomes sulfúrica altra vegada.

Finalment, l'oxigen passa a un flascó *B* amb àcid sulfúric (fig. 1) que permet de mesurar la velocitat del corrent. El seu tub, quelcom submergit en l'àcid, té un diàmetre de 6 mm.

Aquesta velocitat és regulada molt fàcilment amb una aixeta *R*.

3.º El tub: tub de quars transparent de 1.5 cm. de diàmetre interior.

L'extremitat dreta del tub és obturada per mitjà d'un tap de cautxú *b* (fig. 2), travessat per un tub de llautó *T* (35 cm. de llarg, 0,5 cm. de diàmetre). Per un forat *O*, practicat en el tub de llautó, es posa un fil de coure *f*, el qual és isolat a l'interior del tub *T* per mitjà de petits tubs de quars i surt a l'altre extremitat *A* de *T*.

Sobre *T* i a 18 cm. poc més o menys del tap, són practicades dues incissions destinades a rebre els caires de la naueta de platí.

El tub *T* i el fil *F* són destinats a dirigir el corrent elèctric a la espiral de platí.

Aquest espiral de platí és concebut de la següent manera:

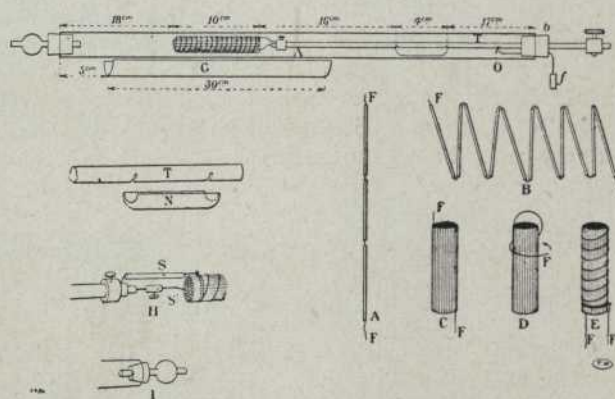


Fig. 2 - Detalls del tub i els seus accessoris

Un fil de platí *F* és enfilat sobre un nombre senars de tubs de quars; el nombre d'aquests tubs és tal que després de llur reunió en feix omplen el màxim possible la secció del tub a combustió. Llur llargària és de 10 cm. i llur secció de 2 a 3 mm.

La fig. 2 ensenya, en *B C D E*, com ha d'estar constituïda aquesta part de l'aparell. Les extremitats lliures del fil de platí han d'ésser enrotllades amb l'objecte que no esdevinguin rogenques sota l'acció del corrent; són relligades a *T* i a *f* per mitjà d'un serra-fils *S S'*; l'isolament és assegurat com pot ben veure's en *H* (fig. 2).

Una vegada constituït el feix de tubs, hom platina els tubs de quars; per fer-ho, hom comença per portar el conjunt al roig, valent-se d'un corrent elèctric. Hom interromp el corrent i submergeix ràpidament el feix dins una solució de clorur de platí.

Les parts externes del quars són lleugerament sobtades i el clorur penetra la matèria. Després del refredament, hom ho retira de la solució i s'asseca escalfant-lo al roig per mitjà d'un corrent elèctric. Aquesta operació cal repetir-la dues o tres vegades.

La combustió serà operada en aquestes condicions pel fil de platí i pel platí dipositat en còpa prima sobre els tubs de quars i portat al roig.

El tub de combustió és suportat per una canal de ferro de 30 a 35 cm de llarg, col·locada a 5 cm de l'extremitat.

Aquesta extremitat pot ésser estirada o portar un tap travessat per un tub de vidre amb una bola i sobrepassant el tap en un cm. a l'interior del tub de combustió (I, fig. 2).

4.º Els tubs absorbents: a continuació del tub de combustió venen:

- a) Un tub amb pedra tosca sulfúrica.
- b) Un tub amb fragments de potassa de grossor tan reduïda com sigui possible. La major part del temps aquests dos tubs són suficients.
- c) Un flascó amb àcid sulfúric pur.
- d) Un flascó contenint una solució aquosa a 1/500 de clorur de palladi.

5.º—El forn elèctric per a escalfar el carburant, per tal de vaporitzar les porcions destil·lables i realitzar la combustió del carboni residual.

El forn és muntat sobre rodes i pot desplaçar-se paral·lelament a l'eix del tub de combustió.

PROCÉS DE L'OPERACIÓ.—La marxa de l'operació és la següent:

1.º *Dessecació del tub.*—Una volta el corrent elèctric ha portat al roig l'espiral de platí, hom fa passar-hi un corrent d'oxigen quelcom ràpid. (3 bombolles per segon).

Després de deu minuts, hom treu el corrent elèctric i adapta a l'extremitat del tub de combustió els tubs absorbidors amb l'objecte de canviar per oxigen l'aire que contenen.

2.º *Pesada dels tubs absorbidors.*—Després de haver-los deixat durant 10 o 15 minuts en l'assegador i eixugat valent-se d'un drap ben sec, hom pesa el tub amb pedra pomes sulfúrica i el tub amb potassa.

3.º *Pressa d'assaig.*—En la naueta de platí destinada a aquest efecte (vegi's la fig. 2), hom pesa, aproximadament, 0,100 gr. de carburant. El tub a combustió s'ha refredat durant aquest temps.

4.º *La posta en moviment.*—Es treu el tap *b* i el tub *T* es fa sortir del tub de quars fins a l'altura de les incisïons en les quals hom ha adaptat la naueta de platí carregada de carburant. Hom retorna el tap al seu lloc per un senzill desplaçament sense rotació, per tal d'evitar el vessament del líquid.

Hom adapta els tubs absorbents dels flascons d'àcid sulfúric i de clorur de palladi.

El corrent elèctric és enviat sobre l'espiral de platí. És convenient de tenir en circuit un reostat de regulació, amb el fi d'augmentar la intensitat progressivament. Cal que hom s'aturi al roig cirera, car si la intensitat és massa forta, el fil de platí es trenca.

Hom admet, allavors, progressivament l'oxigen fins que passi pel flascó *B* una bombolla per segon. Aquesta velocitat es regula fàcilment amb l'ajuda de l'aixeta *R*.

Tots els flascons han de funcionar des de l'admissió de l'oxigen, car del contrari cal témer un escapament. Una vegada s'ha operat el reglatge, hom no ha de tocar més el corrent d'oxigen.

Hom col·loca el forn elèctric entre l'extremitat *b* del tub de quars i la naueta de platí. La distància en la qual és el forn posat varia amb la volatilitat del carburant. Com més volàtil és el carburant, més cal posar el forn lluny de la naueta. Per als massuts hom pot col·locar-lo força aprop de la naueta. Hom fa passar-hi el corrent elèctric, progressivament, valent-se d'un reostat.

La temperatura puja poc a poc i les primeres porcions del carburant comencen a des-

tillar i a condensar-se sobre les parets internes del tub de combustió. Al cap d'un moment, el líquid destil·lat es desplaça en el sentit del corrent d'oxigen vers l'espiral de platí. Hom pot, allavors, traslladar curosament el forn, de faisó a seguir el líquid condensat, el qual és empès quasi enterament dins una zona situada entre el forn i la canal metàl·lica G. Hom augmenta poc a poc la intensitat del corrent que travessa el forn, tendint a desplaçar-lo sempre de faisó a reduir la zona en què el carburant s'ha reunit. Mai però, el forn no ha de recobrir una porció líquida; quan tot el líquid és vaporitzat, hom recobreix completament amb el forn que és portat al roig i passejat de la naueta a la canal de ferro G. El carboni ha d'ésser cremat molt suaument per tal d'evitar la formació d'òxid de carboni.

La combustió és, allavors, acabada. Cal que el borbollador de clorur de pal·ladi no hagi ennegrit sensiblement, puix en aquest cas caldria recomençar l'operació.

Hom fa passar l'oxigen a raó de 3 bombolles per segon, després d'haver interromput les dues corrents elèctriques, durant sis a deu minuts. Si tota l'aigua condensada a l'extremitat del tub no ha estat arrossegada, hom calenta molt lleugerament per mitjà d'una làmpada d'alcohol.

Hom interromp el pas de l'oxigen, tanca els tubs absorbents, els deixa dins el dessecador i els repesa.

Nota. Molt sovint el massut conté aigua. Si en conté molta, cal decantar-lo a una temperatura de 50 a 60 graus. L'aigua es separarà parcialment. Però, molt sovint, en conté poca; allavors, després d'agitar enèrgicament la mostra, hom efectua un dosatge per mitjà d'un arrossegament amb xilol. Hom tindrà en compte aquesta aigua per calcular el resultat; el contingut en aigua de la presa d'assaig serà deduïda de l'augment del pes del tub de pedra pomes sulfúrica. És sobre aquesta diferència que hom calcularà l'hidrogen.

RESULTATS.—Alguns anàlisis d'assaig, efectuats sobre compostos definits (càmfora, naftalina) han palesat tota la confiança que hom pot concedir a l'aparell. Un operador qualsevol pot servir-se'n després d'un ràpid aprenentatge.

L'aparell està a punt de funcionar de nou, immediatament després que un primer anàlisi és acabat.

L'operació completa no demana més de tres quarts.

En raó del seu funcionament, únicament elèctric, un semblant aparell pot ésser fàcilment utilitzat a bord d'un navili petrolier i ajudar molt el personal encarregat de les verificacions en el moment de la compra del massut.—C. M. Ll.

Un mètode senzill per determinar la relació $\frac{C}{c}$

La casa LEYBOLD, de Colònia, produeix actualment tubs de vidre (550 mm de llargària i 16 de diàmetre aproximadament) el calibratge dels quals és suficientment precís perquè una esfera d'acer del mateix diàmetre hi caigui molt lentament i sigui susceptible d'efectuar-hi un cert nombre de oscil·lacions poc amortiguades.

Hom pot treure partit d'aquesta propietat per efectuar una mesura ràpida de la relació $\frac{C}{c}$ dels dos calors específics d'un gas. Amb aquest fi, un flascó d'alguns

¹ *Révue Générale des Sciences*, 30 Abril 1929.

litres contenint el gas sobre el qual hom desitja efectuar la mesura és tancat per un tap de goma travessat pel tub de vidre ben calibrat; aquest tub és, a l'ensem, obturat per l'esfera d'acer. Hom mesura el període T de les oscil·lacions d'aquesta última, oscil·lacions que corresponen a compressions i dilatacions adiabàtiques de la massa de gas empresonada. Si m representa la massa de l'esfera, V el volum de gas empresonat, S la secció del tub de vidre i p la pressió del gas tancat en el flascó, hom demostra per un càlcul elemental que

$$\frac{C}{c} = \frac{4\pi^3 m V}{S^2 p T^2}$$

L'experiència ha estat feta per l'aire i el gas carbònic. El període T de les oscil·lacions, (mesurat sobre un conjunt de deu oscil·lacions) per mitjà d'un cronògraf de precisió, ha estat 0'767 seg. en el segon cas.

L'error relatiu sobre aquestes mesures era de l'ordre de 5/1.000. Hom n'ha deduït els valors 1,39 i 1,27 per a la relació $\frac{C}{c}$ valors que concorden convenientment amb aquells que, correntment, hom admet. Cal dir, no obstant, que el mètode no té cap pretensió a la precisió, però pot donar lloc a una bonica experiència de curs.

Les locomotores elèctriques a cremallera i adherència del ferrocarril transandí.

La primera i única línia de ferrocarril que travessa l'Amèrica del Sud és la línia de Valparaiso a Buenos Aires per Mendoza. Aquesta via ferrada travessa Xile i l'Argentina en una longitud de 1.400 km. i relliga per via terrestre l'Oceà Pacífic amb l'Oceà Atlàntic. El traçat de la línia passa, doncs, per sobre la Serralada dels Andes i s'eleva a una altitud de 3.207 m., precisament en els paratges fronterers entre Xile i l'Argentina. El segment dels Andes a Mendoza constitueix el ferrocarril transandí, que fou obert a l'explotació el mes d'abril de 1910. És un ferrocarril mixte a cremallera i a adherència, amb una amplada d'un metre.

L'explotació d'aquesta línia situada en la seva major part a molta altitud, és força difícil. Hom espera, no obstant, assolir el manteniment del tràfec durant tot l'any, electrificant la línia i procedint encara, de més a més, a altres treballs de protecció en els indrets més exposats. L'electrificació proporcionarà, a més, el gran avantatge de poder augmentar la velocitat dels trens i, a l'ensem, llur pes.

De moment, hom no electrificarà més que el segment xilè i, també, la part de Río Blanco-Las Cuevas que comprèn els segments a cremallera. L'energia elèctrica és produïda per una sots-estació de transformació situada a Juncajón, a 51 km dels Andes. Aquesta energia arriba a la sots-estació sota la forma de corrent trifàsic, a 44.000 volt, 50 per. seg., per una línia de 100 km, i és transformada en corrent continu a 3.000 v., per a l'alimentació de la línia de contacte, per dos grups convertidors rotatius de 1.500 kw. de potència permanent cada un.

Aquesta línia posseeix, fins ara, tres locomotores mixtes a cremallera i a adherència, que han estat comanades a la Brown Boveri per la part elèctrica i a la Societat Suïssa per a la construcció de locomotores i de màquines, a Winterthur.

¹ Revue BBC, Abril, 1920.

L'esforç de la llanta és de prop de 21 ton. sobre els pendents de 80 per cent, per un pes remorcat de 150 ton. i un pes de 85 ton. per a la locomotora. La pressió sobre les dents del cremallera no ha de depassar 85 kg./mm. d'amplària o sigui $85 \times 60 = 5100$ kg. d'esforç a la llanta per roda dentada. D'aquesta valor, es dedueix que la màquina ha de comptar amb dues rodes dentades motrius i sis eixos a adherència per repartir les 21 ton. d'esforç a la llanta total, a repartir meitat per meitat entre el cremallera i els riells. El coeficient de fregament és, doncs, per un pes adherent de $6 \times 12 = 72$ ton., de $\frac{72}{10,5} = 6,8$. Aquest coeficient ha estat considerat com a suficient.

Aquestes noves locomotores són les més grans i les més potents locomotores mixtes a adherència que han estat construïdes fins a l'hora actual.



Fig. 1. Tren de la Chilian Transandine Railway Co. en els Andes.

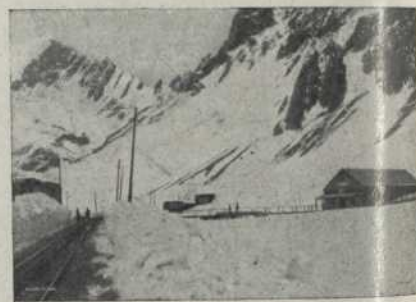


Fig. 2. L'estació de Caracoles, punt culminant (3194 m.) de la línia del f. c. transandí, al peu de l'Aconcagua (7035 m.)

Tenint en compte la tensió de línia elevada, 3000 v., els motors de tracció han estat agrupats dos a dos en sèrie. Dos grups de motors, un en cada meitat de la locomotora, comanden tres eixos cada un. El tercer grup, format d'un motor en la part posterior de la locomotora, actua les rodes dentades motrius. Els motors de rodes dentades són només acoblats elèctricament, amb exclusió de tot lligam mecànic, mentre la locomotora no està enganxada amb el cremallera. Els tres motors d'una meitat de la locomotora són ajuntats en bloc. Els dos motors dels eixos a adherència arrastren els tres eixos motors d'una semi-locomotora mitjançant un reductor de velocitat doble a engranatge comú, d'un arbre de cames i de bieles motrius i d'acoblament horitzontals. Cada roda dentada és moguda per un motor, amb l'ajuda d'un reductor de velocitat doble a engranatge.

Els motors són col·locats a una certa altura en els xassis de la locomotora, a fi i efecte d'evitar sobre d'ells l'acció de la neu i el glaç.

Els frens són abastament dimensionats i curosament construïts. Comprenen: un fre a adherència; el fre de la roda dentada, i el fre elèctric.

Les potències a la llanta procurades per la locomotora sobre els pendents mitjans per la càrrega completa del tren són de 730 a 1.100 Cv.

La potència ha estat repartida entre sis motors idèntics cada un sobre l'ar

bre: una potència horària de 235 kw. (320 CV). a 740 t/min., 2.700/2 v. 187 A. una potència contínua de 196 kw. (265 CV) a 790 t/min., 2700/2 V., 155 A. Són combinats de manera que permetin amb facilitat els acoblaments necessaris per a la marxa sobre els segments d'adherència, a cremallera i per a l'entrada i sortida del cremallera.

El frenatge elèctric es fa sobre els segments a adherència amb els motors d'eixos a adherència i sobre els segments a cremallera amb els motors de rodes dentades solament.—C. M. Ll.