

Reculls periòdics

TECNICA

L'autogir La Cierva

Hem sentit una fonda satisfacció en llegir al *Journal of the Franklin Institute* de maig de 1930, la importància que es dona a l'autogir de l'enginyer LA CIERVA. I aquesta satisfacció és doble perquè en ella s'inclou la de veure un conciutadà nostre enlairat per l'opinió dels estrangers i la de constatar que les terres meridionals no solament donen homes de gran força d'imaginació, sinó d'una tenacitat capaç de superar totes les proves per adverses que siguin. La Història tècnica del gran enginyer Juan de LA CIERVA Y CODORNIU és el millor estimul per als molts inventors i creadors que tenim a casa nostra que senten decaure llur entusiasme davant de les dificultats, que mai no deixen de presentar-se en els camins de la glòria.

El seu comentador americà Harold PITCAIRN dona compte de les qualitats de LA CIERVA. "Un gran atractiu personal li dona grans relacions entre els seus conciutadans; tècnicament, el seu enginy el posa, sens dubte, entre els mecànics més famosos del món. Infadigable en el treball, és respectat de tothom que ha tingut contacte amb ell; malgrat dels honors que li ha fet el món, no ha minvat en res el seu caràcter senzill. Pot assegurar-se que el punt al qual ha portat el perfeccionament del seu Autogir és degut absolutament al seu propi esforç. La fe en el principi de l'aparell l'ha portat a perseverar en l'intent primer, malgrat dels molts fracassos que ha sofert, que han arribat fins al grau de no voler-se aixecar de terra algun model per ell construït."

La carrera aeronàutica de LA CIERVA començà en la seva infantesa. Ell i dos amics de la seva edat feien volar en aquell temps estels i planejadors. En 1912, un pilot francès portà un avió a Madrid per fer exhibicions i en aterrar en males condicions; perquè el públic li destorbava la llibertat de maniobrar, va tenir un seriós accident que deixà l'aparell inservible. Quan el grup de curiosos que voltava l'aparell destroçat s'anava desfent, s'acostaren a l'aviador un quants xicots que li proposaren de refer-li completament l'avió si es comprometia a deixar-los volar amb ell. No cal dir que l'aviador s'ho prengué per una broma i per seguir-la va acceptar la proposició. No cal dir, tampoc, que el qui portava la veu cantant dels proposants era LA CIERVA. De l'avió en restaven, només, les rodes i el motor; com a taller no disposaven els constructors més que de la fusteria del pare d'un d'ells. No foren això obstacles al geni creador de LA CIERVA, qui amb els seus companys es posà al treball difícil d'ajustar i corbar fustes fins arribar a veure llurs esforços coronats per un èxit ben franc: l'avió refet volava millor que l'original!

Aquest èxit animà alguns capitalistes amics de LA CIERVA i en 1913 li prestaren ajuda per a construir un nou avió. Però la preocupació que fos ràpid els distregué

de donar-li prou superfície d'ales, i l'aparell amb prou feines s'aixecava de terra. Tingueren molts accidents i en un d'ells perderen el tren d'aterratge; això fou causa que els pares dels nois intervinguessin i la petita comunitat constructora anà a la dissolució.

Però, aquestes gestes del noi havien format el geni aeronàutic de LA CIERVA. Va ésser aleshores que el nostre home es decidí a fer-se enginyer i estudiar seriosament la mecànica, ja que a Espanya no podia estudiar aerodinàmica.

En acabar-se la Gran Guerra, el Govern espanyol va anunciar un concurs de projectes de tres tipus d'avió per a l'Exèrcit. LA CIERVA hi presentà un projecte d'aeroplà trimotor amb una envergadura d'ales de 30 metres. És convenient recordar que en aquell temps no existia altre trimotor que el de CAPRONI.

Construït el trimotor segons el projecte de LA CIERVA, varen fer-se les proves amb èxit. El pilot, que primer anava esverat, va prendre després massa confiança i fent vols arriscats arran de terra destroçà l'aparell. No fou un accident de massa importància per al pilot, segons sembla, però impressionà de tal manera a LA CIERVA que el portà a revisar tota la mecànica aèria. Si pel sol fet de volar massa baix—deia ell—un avió pot destruir-se, és que en la concepció dels aparells hi ha quelcom de fonamentalment equivocat. Era precís cercar una màquina de volar fonamentalment segura i fou pensant així que en 1920 ideà l'autogir.

La idea fonamental de l'autogir és la utilització—per a la sustentació—d'hèlixs boges que es moguin per elles mateixes. Per simetria, va creure l'inventor que calia emprar dues hèlixs girant en sentits oposats. Així, el primer autogir anava dotat de dues hèlixs de quatre pales muntades sobre un eix comú. En la pràctica, la interacció de les dues hèlixs fou tan considerable, que l'aparell no s'aixecà. Calia renunciar a les dues hèlixs; però no s'havia d'oblidar la necessitat de la simetria. Llargues recerques teòriques li feren provar diverses formes d'hèlixs i el resultat fou sempre negatiu. Ni les pales d'angles d'incidència diferents, ni les pales rígidament atirantades, ni les pales flexibles, permetien un control lateral. L'aparell s'inclinava sempre fortament del costat de la pala que anava en sentit contrari al de la marxa de l'autogir.

"El camí semblava, doncs, tallat"—diu LA CIERVA. Però, la paciència de l'inventor no era encara esgotada. Per casualitat—diu ell;—per tenacitat—diem nosaltres—va trobar la solució. En pensar amb els ponts metàl·lics articulats se li ocorregué que la causa dels fracassos anteriors era la rigidesa de les pales. Calia articular-les a fi que llur posició depengés de la direcció de la resultant de les forces que s'exercien damunt d'elles—la de sustentació, el pes i la força centrífuga—i a fi, també, de fixar el punt de pas de les forces actuant sobre les pales. Així, la pala que va en sentit oposat al de la marxa no ofereix gran resistència, perquè es col·loca en una posició passiva; però, la posició absolutament passiva és impossibilitada per un aturall.

Al mateix temps que s'aconseguia un gran perfeccionament en la construcció de l'hèlix boja, que des d'aquest moment el mateix inventor anomena *rotor*, es resolien amb les articulacions una sèrie d'angoïnosos problemes. Les proves demostraren que el rotor rodava en totes les posicions de l'aparell, ço que no era possible amb les pales rígides. La ruptura d'una pala del rotor durant un vol de prova donà origen a una articulació secundària que permetés el desplaçament d'una pala respecte a les altres tres, per reduir els efectes de les flexions que alternativament experimentaven les dites pales. Per fi, una ala fixa addicionada va augmentar l'eficàcia de l'autogir.

En 1923, a Cuatro Vientos, per mitjà del túnel aerodinàmic, es feren proves que consagraren l'autogir per la seva llibertat de variar la velocitat i per l'aprofitament molt major de la superfície útil.

Després d'aquest fet, la fama de LA CIERVA s'estén pel món. En 1925, passa a Anglaterra a prosseguir els seus treballs, sota la protecció del Ministeri de l'Aire. Es constitueix una Societat, "La Cierva Autogiro Co, Ltd." i encara que al principi l'activitat de la nova empresa és força migrada, cap a la meitat de 1927 s'inicia una era de proves durant les quals es fan més de 35 hores de vol d'assaig amb temps ben desfavorable.

El 18 de setembre de 1928, LA CIERVA amb un dels seus autogirs passa el Canal de la Mànega i davalla a París a Le Bourget. A les 10,02 es posa el motor en marxa a Croydon i a les 10,06 s'eleva l'aparell, seguit després per un avió Goliath. A les 10,45 deixa la costa anglesa per passar la costa francesa a les 11,03. L'autogir davalla a les 11,08 a l'aerodrom de Saint-Inglevert. Reprèn el viatge a les 12,53 per a arribar a Abbeville a les 13,38, d'on surt a les 15,10 per a aterrar a Le Bourget a les 16,20.

La importància d'aquest vol i, sobretot, dels aterratges primer i tercer, són remarcables. En el primer aterratge, l'autogir segueix una trajectòria gairebé vertical; a Le Bourget davalla en un punt prèviament escollit.

Després d'això, la seva importància creix per moments. LA CIERVA és ja conegut de tots els entesos. Amèrica el sollicita i aviat li veiem constituir la Societat "Pitcairn-Cierva Autogiro Company of America".

Això és la història resumida de l'invent de l'autogir; ara només ens resta donar idees dels progressos assolits en els darrers models americans.

* * *

Un dels inconvenients de l'autogir fins al moment del pas del Canal de la Mànega, fou la necessitat de "llançar el rotor". Es comprèn que la poca superfície de les pales només és eficaç quan estan en moviment. Això obligava a passejar l'aparell pel camp abans d'enlairar-lo.

Per a evitar aquesta dificultat, s'introduïren dues millores en l'autogir. La primera fou la demultiplicació introduïda entre el motor i l'hèlix de propulsió. Una hèlix gran que volti poc a poc té millor rendiment que si és petita i volta a la velocitat del motor. L'hèlix demultiplicada, per tant, augmenta el rendiment de l'autogir, el qual té un angle de màxima eficiència d'ascens que correspon a una velocitat més petita de translació que la que cal a un aeroplà.

Però, encara, hi ha un altre millorament que tendeix a suprimir el passeig inicial pel camp. És l'autoarrencada del rotor que fou aplicada per LA CIERVA en 1929 i que consisteix en uns plans que permeten girar el corrent d'aire de l'hèlix cap amunt, per a posar en moviment el rotor.

La forma especial d'aterratge de l'autogir obligà a preveure un tren més reforçat que el dels avions ordinaris. Es resolgué el problema per mitjà d'esmortuïdors neumàtics de llarga cursa.

Per a assegurar l'estabilitat en els aterratges, tan important en qualsevol aparell de vol, l'autogir té el c.d.g. sota del rotor i lleugerament tirat cap a la banda davan-

tera de l'aparell. Això dóna una tendència a lliscar cap endavant quan el motor està parat. En totes les altres condicions, un autogir es comporta com un avió ordinari, però amb major estabilitat.

Un autogir dóna possibilitat a maniobres que no són practicades per perilloses quan es tracta d'altres aparells. Pot, per exemple, aturar el motor quan es presenta un obstacle a pocs metres.

L'autogir pot volar a poca alçada, cosa que, malgrat ésser més atractiu i convenient en casos de mal temps, és molt perillosa amb un avió. En casos necessaris i gràcies a la poca velocitat que pot portar, li és possible escollir el lloc d'aterratge. Si se li para el motor pot baixar verticalment i amb molt poc espai.

L'autogir és molt més susceptible de perfeccionament que un aeroplà. Els primers autogirs construïts a Amèrica del Nord no feren en les proves més que 140 quilòmetres per hora. La decepció de tots fou gran; però LA CIERVA introduí petites millores sense importància en els aparells i la velocitat s'elevà tot seguit a 170 quilòmetres. Per això es creu que s'arribarà molt fàcilment a 200 quilòmetres.

La raó d'aquesta possibilitat de millorament és que l'autogir té més paràmetres que l'aeroplà. En aquest, tot resideix en la superfície d'ales i en l'autogir es disposa de la superfície de les pales, de les ales fixes, que formen el rotor del disc, i de la relació de totes aquestes superfícies entre elles. En l'aeroplà tenim la relació de l'àrea de les ales a la corda; en l'autogir la relació de l'àrea de les pales a la del disc. En l'aeroplà tenim la corbatura de les ales, mentre que en l'autogir hi ha la corbatura de les ales fixes, de les pales i llur constant modificació en les distintes posicions durant la rotació. En l'aeroplà, l'angle d'incidència; en l'autogir, la velocitat amb què l'aire topa amb les pales del rotor canvia constantment d'acord amb la relació entre les velocitats de l'aparell i del rotor. Hi ha, a més, en l'autogir la important qüestió de les bones proporcions entre totes aquestes coses. Els petits milloraments de construcció, tant en el pes del motor com en el del disc, poden, també, portar avantatges relativament importants.

Si un aeroplà per millorament de llur construcció pot fer créixer la seva velocitat de 15 quilòmetres, la mateixa categoria de millorament donarà a l'autogir un augment de 25 quilòmetres per hora de velocitat.

Aquests són els resultats que hom ha pogut obtenir gràcies a la teoria establerta per LA CIERVA. Tota la seva ciència ha estat condensada en una obra recentment publicada, així com en una sèrie de gràfics que donen als enginyers les instruccions suficients per a la construcció dels autogirs de diferents mides i tipus. Això sol ja és una digna coronació de l'obra de LA CIERVA.

El comentarista de LA CIERVA en el *Journal of the Franklin Institute*, Harold F. PITCAIRN, acaba dient que l'autogir és l'obra d'un sol home. Si concentrem en l'autogir tot el treball que s'ha fet sobre l'aeroplà, si aprofitem en el seu benefici tota l'experiència aerodinàmica d'avui, és evident que l'autogir progressarà. Però ja des d'ara es pot afirmar que l'autogir és un aparell pràctic i que aviat s'en construiran per al comerç. Lliure de moltes limitacions que tenen els aparells d'ales fixes, si l'execució d'un autogir és superior a la d'un aeroplà, és perquè totes les consideracions d'execució es subordinen a la seguretat.

El paquebot de transmissió elèctrica «Vice-Roy of India»¹

La transmissió elèctrica de la potència motriu a l'hèlix pot aplicar-se avantatjosament a nombrosos tipus de vaixells. L'avantatge comercial depèn, en particular, de la durada anual passada a la mar i de la velocitat. A bord dels paquebots, aquest sistema, conjugat amb la turbina de vapor, és el millor des del punt de vista de la tranquil·litat d'abord, que interessa considerablement els passatgers.

El *Vice-Roy of India* és un paquebot de 25.000 tones, mogut per dos turboalternadors de 9.000 kW cada un, alimentats per sis calderes de petits tubs. Està proveït de dues hèlixs accionades per dos motors trifàsics de 8.600 CV cada un. Les velocitats pràctiques exigides a aquest vaixell en la línia de les Índies, varien de 14 a 18,5 nusos. Quan funciona una sola turbina, la potència disponible, de 11.600 CV, repartida sobre els dos arbres, permet fer 16,5 nusos. Un dels grans avantatges militars de la trans-

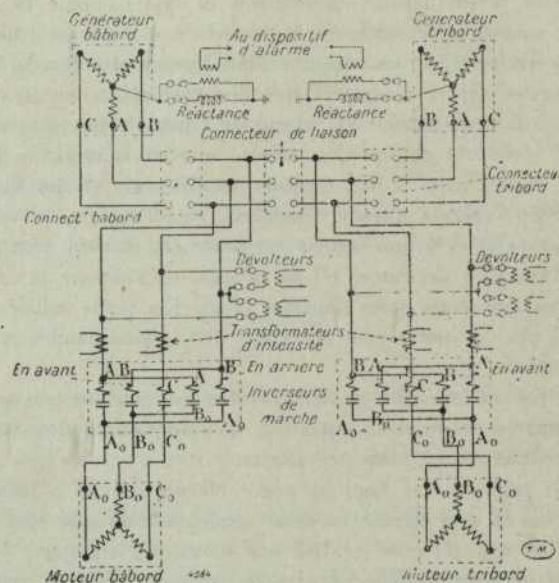


Fig. 1

Esquema dels circuits elèctrics del «Vice-Roy of India». A, B, C, A₀, B₀, C₀, fases

missió elèctrica és, doncs, de permetre la conservació de la velocitat màxima pràctica quan una màquina, sobre dos, està avariada. Aquest fet, extremadament important, ja havia estat demostrat pel servei de cuirats americans.

El principi dels circuits és representat a la fig. 1. Mostra que els dos generadors poden:

Ésser acoblats en paral·lel.

Alimentar cada un isoladament els dos motors.

¹ Comunicació de M. W. J. BELSEY a l'Institut of naval Architects, 10 abril 1930; *The Marine Engineer and Motorship Builder*, maig 1930; *La Technique Moderne*, 1 setembre 1930.

Mostra, també, que la inversió de marxa es fa per la inversió de dues fases del motor, al revés del que es produeix en els cuirats americans. En realitat, el connectador de lligament és automàticament obert quan els dos generadors estan en funcions. Això permet de conservar a cada bord la seva independència de maniobra. Cada motor posseeix un inversor de marxa (representat en la figura), un reostat de camp que permet regular la velocitat, i un dispositiu especial per a les molt petites velocitats (5 a 20 voltes/mín). La tensió de servei entre fases és de 3000 v i el material ha estat assajat durant un minut a 22.500 v. Hom estima que àdhuc després d'una invasió durable per l'aigua de mar, els motors no pateixen pas un gran desperfecte; l'isolament restaria intacte. La posta a terra del punt neutre s'efectua per mitjà d'una bobina de reactància, la qual, en cas de defecte d'isolament, actua sobre un senyal d'alarma. Els alternadors i motors són, igualment, protegits contra les sobrecàrregues. El rendiment de la instal·lació elèctrica resta pràcticament invariable i igual a 94 % entre 10.000 i 17.000 CV.

Durant els assaigs, efectuats amb desplaçament en lastre (19.050 ton), un sol alternador en funcionament ha permès d'assolir 17.1 nusos. Amb el mateix desplaçament, una inversió de marxa ha estat efectuada a 18.5 nusos. El sentit de rotació de les hèlixs fou invertit trenta segons després de l'arribada de l'ordre a les màquines, i el vaixell parava 130 segons després del mateix instant, havent recorregut menys de 600 m.

En servei i desplaçament normal, fins a 11.000 CV (95 t, 16.5 nusos), és econòmic d'avançar amb una turbina. De 6.000 a 11.000 CV (80 a 95 t), el consum decreix de 430 g a 391 g de mazut per CVh efectiu. En les mateixes condicions, la velocitat passa de 14 a 16.5 nusos, l'espai recorregut diàriament de 336 a 400 milles, la despesa diària de 67 a 92 ton i la despesa per milla de 203 a 230 kg de mazut.

De 11.000 a 17.000 CV, actuen les dues turbines. La velocitat de les hèlixs passa de 95 a 109 t/min: el consum decreix de 400 g a 310 g per CVh efectiu. La velocitat passa de 16.5 a 18.5 nusos, la ruta diària de 400 a 450 milles, la despesa diària de 105 a 120 ton, i la despesa per milla de 260 a 300 kg de mazut. *Aquest sistema presenta, doncs, una discontinuïtat en el consum per milla, quan hom passa de la marxa amb una turbina a la marxa amb dues turbines. És normal que aquesta discontinuïtat sigui un augment bruscat, car hom passa de la marxa d'una turbina a plena potència a la de dues turbines a semi-potència. En tots els consums indicats, cal tenir en compte que es refereixen a una navegació en mars calentes. Cal disminuir-los de 5 % per a comprar-los a les xifres de l'Atlàntic Nord.*

La Segona Conferència Mundial de l'Energia ²

(Berlín, 16-25 juny 1930)

Del 16 al 25 de juny de 1930 tingué lloc a Berlín la segona Conferència mundial de l'energia, que reuní prop de 3500 tècnics de tots els països; aproximadament els dos terços d'aquests tècnics pertanyien a la branca electrotècnica, ço que subratlla la preponderància adquirida per l'energia elèctrica.

A continuació donem una memòria de conjunt d'aquesta conferència.

Economia general de la força motriu.—Els nombrosos reports presentats feren ressortir, de bell antuvi, l'increment general de l'ús de l'energia mecànica. És així, per

² *Stahl und Eisen*, 26 juny 1930, *La Tech. Mod.*, 1 setembre, 1930.

exemple, que als Estats Units el nombre de cavalls de vapor instal·lats ha passat de 47 milions en 1900 a 1.000 milions en 1928; la potència dels automòbils que serveixen per al transport de persones correspon a les tres quartes parts d'aquests mil milions de cavalls. Hom nota, a més, una certa reculada en l'aplicació del carbó brut a profit de l'energia preparada sota la forma de corrent o de gas. La xarxa americana de les conduccions de transport del gas natural a gran distància sobrepassa una llargària de 88.000 km.

En el que es refereix al gas de forns de coc, procedent, sigui de manufactures de gas urbanes, sigui de conduccions a llarga distància de les empreses mineres i metal·lúrgiques, ja se'n consumeixen a les ciutats americanes una quantitat de 1,3 mil milions de mc per any; aquesta quantitat correspon a la quarta part de tot el gas artificial que és venut als Estats Units.

La utilització de l'energia hidràulica ha progressat d'una manera molt important. A Alemanya, hom estima que en un pervindre molt pròxim, gairebé el terç de l'aprovisionament públic en corrent, serà cobert per les forces hidràuliques. A Itàlia fou produït en 1928, per les manufactures hidràuliques, gairebé el 98 % del consum total d'energia elèctrica. El consum total de corrent de la indústria italiana assoleix anualment dos mil milions de kWh en xifres rodones; un quart, poc més o menys, d'aquesta xifra correspon als procediments electro-metal·lúrgics de fabricació de ferro-colat, acer i dels seus aliatges.

L'excedent d'energia produït a Suïssa en ocasió de la fosa de les neus és enviat, periòdicament, fins a Holanda. Hom estima, d'una manera general, que les transaccions internacionals sobre l'energia hidràulica dels països particularment afavorits des d'aquest punt de vista augmentaran en aquests pròxims anys en proporcions enormes. D'una manera general, hom cerca, en el món sencer, de reportar la càrrega de base a les centrals hidràuliques i a cobrir les puntes de consum per manufactures tèrmiques.

El nombre de centrals disminueix, mentre que llur potència individual augmenta. Del fet de llur extensió considerable i d'una encertada política de tarifes, les centrals públiques estan en situació de substituir les centrals particulars de les explotacions de mitjana importància. Les petites centrals elèctriques no tenen altra possibilitat de mantenir-se, sinó en el cas que els sigui possible de realitzar una bona utilització conjugada de l'energia i del calor.

De més a més, es manifesta la tendència vers una normalització dels carbons, amb el desig exprés de pagar el combustible segons la seva qualitat; d'aquest punt de vista, la proporció i el punt de fusió de les cendres tenen una importància particular. La idea és justa en ella mateixa; però la seva realització presenta, no obstant, dificultats procedents, en gran part, del fet que no existeixen grandàries físiques característiques de la manera que les cendres es comporten en una central tèrmica. El punt de fusió solament constitueix una base molt grollera. Malgrat això, hom pot, en molts països, remarcar sensibles progressos en el sentit d'una normalització dels carbons.

Camins de ferro.—La introducció de la tracció elèctrica en els camins de ferro ha sofert un relentiment. Això s'ha d'atribuir, sobretot, al fet que la transformació exigeix un creixement important de les immobilitzacions. Donat, de totes maneres, que gairebé sobre tots els trajectes adaptats a la tracció elèctrica, l'abaixament així realitzat de les despeses d'explotació dona plena satisfacció, hom pot admetre que cal esperar en un pròxim avenir un ràpid progrés de l'electrificació. És a Amèrica, sobre-

tot, on sembla preparar-se un tal revirament. A Europa, són Suïssa i Itàlia les que efectuen una més intensa electrificació de llurs camins de ferro.

L'avantatge de la tracció elèctrica no resideix solament en un abaixament de les despeses d'explotació: la supressió del transport del carbó, l'absència de fums, especialment en les estacions, la seguretat de marxa, etc., etc., juguen, també, llur rol.

Centrals.—Les dimensions de les unitats de calderes, turbines i transformadors s'han engrandit encara

La construcció de les calderes acusa, segons el report del Dr. F. MUNZINGER, les principals característiques d'evolució següents:

- a) Forta elevació de la potència de les calderes;
- b) Descabellament de construccions més senzilles i menys costoses;
- c) Cura molt intensa d'evitar el treball manual;
- d) Adaptació de les fogaines a combustibles molt diferents;
- e) Preparació, per a la construcció de calderes, de matèries primeres que convenen més a les altes pressions i a les altes temperatures.

La potència de les calderes ha pogut ésser portada a 400 ton/h; així mateix, hi han calderes en construcció encara més potents. S'han realitzat càrregues d'engraellat que han arribat fins a 390 kg/mq/h. L'aplicació del vent impulsat, del tiratge induït, del remolí de la flama, de l'aire secundari, així com un molt intens emplen de superfícies refredades, s'han comprovat com a mitjans extremadament avantatjosos. En canvi, determinades cendres donen lloc, encara, a grosses dificultats en la fogaina pròpiament dita, en la caldera i per projeccions a la xemeneia. Les fogaines a carbó polvoritzat són les que més convenen en la majoria dels casos i són, pel demés, les més apropiades per a calderes molt grosses. Malgrat això, els engrael·lats mecànics continuaran trobant llur aplicació, puix convenen, sobretot, a les calderes mitjanes i petites.

Hom remarca una clara tendència a recercar tipus de calderes enterament nous, en les quals fogaina i caldera formen un tot homogeni. Les molt altes pressions de vapor s'introdueixen, però, molt lentament, almenys a Europa.

En el que es refereix a l'interès econòmic dels reguladors d'escalfament enterament automàtics, les objeccions són repetides. La importància d'una curiosa preparació de l'aigua d'alimentació és unànimement reconeguda.

Les xifres de vaporització de 75 kg/mq en marxa normal i de 120 kg/mq en sobrecàrrega passen per no ésser sinó excepcionals. D'una manera general, el desenvolupament de les centrals sembla evolucionar vers una reducció de despeses d'instal·lació, ço que hom cerca de realitzar per mitjà de molt potents unitats.

La fig. 2, extreta del report de Ch. W. E. CLARKE, mostra una caldera escalfada per gas d'alt forn i amb carbó polvoritzat, per a un taller siderúrgic, i en la qual els corrents dels dos cremadors no es molesten mútuament, degut al fet de la força ascensional. Aquesta caldera ha donat bons resultats. A Amèrica, la regulació de tals calderes és, sovint, operada d'una manera completament automàtica. El report conté l'esquema d'una regulació d'aquesta natura. S'hi indica que per a calderes igualment escalfades amb gas d'alt forn, no són utilitzables trituradors individuals, tota vegada que aquests trituradors no permeten seguir prou ràpidament els desviaments de consum. Com a trituradors s'empren trituradors a boles amb separació per aire.

A Alemanya, les fogaines a carbó es troben en concurrència amb les que treballen amb lignit. Sota aquest aspecte, en l'estat actual, els límits de les potències es troben,

probablement, per la banda de la vaporització amb el carbó i pel que fa a la fogaina amb el lignit.

Un altre report assenyalava els progressos realitzats a Amèrica en les fogaines a carbó polvoritzat; però dona, paral·lelament, una visió de conjunt del desenvolupament de les fogaines amb engrael·lat. D'aquest acostament resulta que el carbó polvoritzat no té, de cap manera, la preferència als Estats Units: un 60 %, aproximadament, de totes les calderes noves són equipades amb fogaines automàtiques d'engraellat.

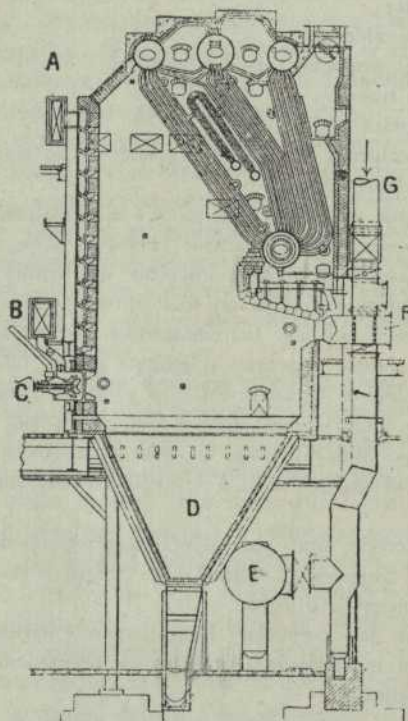


Fig. 2

Secció d'una caldera escalfada amb gas d'alt fora i amb carbó polvoritzat

A, aire primari; B, aire calent; C, cremador de carbó polvoritzat; D, cendres; E, conducció principal de gas; F, cremador de gas; G, aire calent

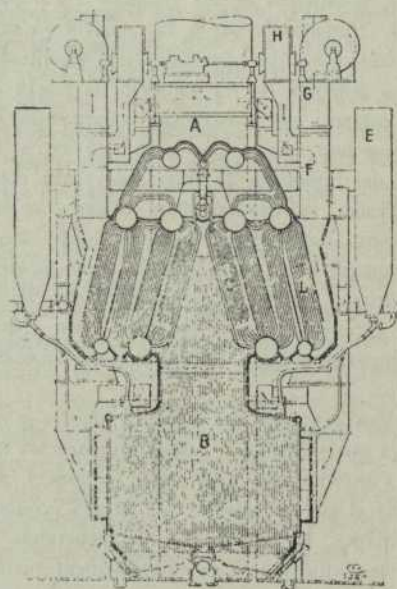


Fig. 3

Secció d'una instal·lació americana, amb economitzador i sobrecalentador

A, aire primari; B, cambra de combustió amb parets refredades amb aigua; C, sobrecalentador; D, economitzador; E, acumulador de carbó polvoritzat; F, recalentador d'aire; G, fums; H, Aire secundari

Un interessant report dona la descripció d'una caldera posada en servei en 1929 a la "New York Edison Company", a East River Station, a New-York City. Referent a aquesta caldera, representada en la fig. 3, són indicades les següents característiques:

Superfície d'escalfament de la caldera, en mq	4.200
Superfície de cambra de combustió refredada amb aigua, en mq ...	680
Sobrecalentador, en mq	1.290

Amplària de la cambra de combustió, en metres	7.15
Llargària de la cambra de combustió, en metres	13.1
Alçària de la cambra de combustió, en metres	12.8
Economitzador, en mq	1.425
Rescalfador d'aire, en mq	7.680
Volum de la cambra de combustió, en mc	1.080
● Pressió màxima, en atmosferes	228
Pressió de règim, en atmosferes	194
Temperatura de l'aigua d'alimentació, en graus	183

Amb una producció horària normal de 365.000 kg, la temperatura de vapor és de 385°; la calor desenrotllada, de 225.000 cal/mc; el rendiment de conjunt, de 86,5 %. Sobre un curt període fou realitzada una punta de producció de 570.000 kg/h.

Segons un altre report, als Estats Units prengueren un desenvolupament particular petites calderes amb fogaina automàtica, per a la calefacció de les mansions.

En aquests darrers temps ha tornat a l'ordre del dia, en els països més diversos, la qüestió de la reducció dels núvols de fum de les grans aglomeracions industrials. Convé distingir, ací, entre el carboni separat, les cendres incremades i l'anhidrid sulfurós. El fum pròpiament dit, és a dir, el negre fum, no amoïna pas molt avui en dia, puix hom pot, el més sovint, posar-hi remei amb una bona conducció dels focs o amb una forta dil·lució. En canvi, són molt costosos els separadors eficaços per a les cendres, i el rentatge del sofre exigeix, d'antuvi, instal·lacions importants i dispendioses. Encara hom troba, també, dificultats per a l'evacuació de les cendres separades i de les aigües de rentatge àcides. Referent a la qüestió del sofre, el report del Dr. S. L. PEARCE dona nous informes sobre una manera de separació eficaça del sofre, que elimina, ensems, la pols: aquesta actua catalíticament sobre la separació del sofre: la presència d'òxids de ferro és necessària; l'aigua ha d'ésser calenta, finament dividida i restar en contacte amb el gas durant un temps suficientment llarg.

Un dels millors treballs de la Conferència mundial de l'energia fou l'important report del professor Dr. A. STODOLA, sobre els progressos tècnico-econòmics en el domeny de la construcció de les màquines a vapor a Suïssa. Aquest report tracta, sobretot, de les turbines a vapor per a molt altes pressions i dona importants informacions sobre llur construcció, interès econòmic, així com sobre les despeses d'instal·lació. El prof. STODOLA indica, a més, que una continuació de l'evolució envers domenys d'altres pressions (al sobre de 100 atmosferes) és rica de promeses. Turbines que giren a 3.000 rev/mín semblen, per a vapor viu, a 180 at i sobre-escalfament a 500°, presentar plena seguretat de marxa fins a 34.000 kW: sembla, a més, que hom pugui assolir, en l'avenir, fins a 65.000 kW i, potser ben aviat, fins a 85.000 kW.

En la comparació de màquines a pistons i de turbines, és indicat, com a límit econòmic per a pressions mitjanes, la xifra de 500 kW; per a una alta pressió, aquest límit és més elevat, sobretot amb les màquines a contra-pressió. BORSIG ha construït una màquina a pistons de tres cilindres, de 3.760 kW, per a una pressió inicial efectiva de 100 at i una contra-pressió efectiva de 4 at. Hi és, a més, descrita una petita instal·lació LOFFLER per a 400 kW, amb una pressió inicial efectiva de 100 at i una contra-pressió efectiva de 13 at.

La grandària dels més potents grups turbo-electrògens actuals per a corrent trifàsic, ressurts de la Taula 1, establerta pel prof. M. KLOSS.

TAULA I

CARACTERÍSTIQUES PRINCIPALS DELS MÉS POTENTS GRUPS TURBO-ELECTROGENS ACTUALS

Nombre de pols	Potència en kW	Velocitat en t/min	Freqüència	Enrotllament del rotor	Instal·lacions
2	45.000	3.000	50	Coure	Diversos
2	72.000	3.000	50	Alumini	(?)
4	94.000	1.800	60	Coure	Hellgate
4	100.000	1.500	50	Coure	Zschornewitz
2	160.000	1.500	25	Coure (?)	New-York (Edison)

La influència de la grandària sobre el pes i l'espai que ocupen dels grups turbo-electrògens de corrent trifàsic, és mostrada per l'autor per mitjà de l'exemple següent:

Potència de la màquina en kW	16.000	80.000
Superfície d'emplaçament, en m ² /kW	17 a 18/1000	5,5/1000
Pes unitari necessari per al grup, en kg/kW.	18,5	13

Potències de 70.000 kVA per a 3.000 rev/min i àdhuc, amb refredament a l'hidrogen, de 90.000 kVA són considerades com a possibles. A 1.500 rev/min, sembla que potències de 250.000 kVA són realitzables. Altres tècnics indiquen com a potències màximes probablement realitzables les xifres de 150.000 a 180.000 kVA.

Com a màxima temperatura de vapor per a les turbines a vapor, s'han indicat 450°; avui dia no s'ha de témer l'empleu de tan altes temperatures. La qüestió depèn, de totes maneres, de la forma de conduir l'explotació: si una tal turbina té una càrrega constant, hom podrà més fàcilment arribar a aquestes màximes, que si la càrrega, i per seqüència la temperatura de vapor, varien.

Per als transformadors, hom pot considerar la xifra de 150.000 kVA com a potència límit. És possible de realitzar redreçadors de corrent de funcionament segur fins a 16.000 A. Les tensions varien entre 500 i 12.000 V.

M. C. MACHACEK compara un gros motor a gas amb escombreg a una turbina de vapor que marxi a una pressió efectiva de 120 at i a la temperatura de 480°, per a una plena càrrega: arriba als rendiments següents:

Motor a gas

Sense utilització dels gasos d'escapament.	23,9 %; 3.600 cal gas/kWh
Amb utilització dels gasos d'escapament.	28,6 %; 3.000 cal gas/kWh
Amb utilització dels gasos d'escapament i aigua calenta	31,8 %; 2.700 cal gas/kWh
Turbina a vapor	28,6 %; 3.000 cal gas/kWh

Finalment, tota una sèrie de reports s'ocupen dels motors Diesel. Els objectius perseguits són un feble pes, un baix preu i una construcció senzilla. Especialment per la seva simplicitat en la comanda de la distribució, el motor a dos temps sembla marcar un avenç sobre el motor a quatre temps. A sobre de 1.000 kW, no s'empren

ja motors a quatre temps. La marxa ràpida i la construcció del tipus vertical són preferits amb tota la plenitud del mot.

A. BUCHE presentà, també, un report remarcable sobre el seu conegut procediment de sobre-alimentació per a una turbina amb gas d'escapament.

Els metalls resistents al calor i la corrosió ³

L'esculliment d'un metall que resisteixi la corrosió és funció del preu inicial, de la durada de servei i de diverses despeses.

L'autor admet la superioritat d'una estructura homogènia per a una bona resistència a la corrosió, car una estructura heterogènia afavoreix les accions electrolítiques i, per tant, la corrosió. Tots els metalls corrents s'oxiden a l'aire; però la capa superficial que així es forma assegura una protecció que s'oposa, sovint, a un atac ulterior; determinats metalls esdevenen passius amb addicions com el crom, l'argent, el molibdèn, el vanadi, el coure i el tungstèn.

Alumini.—En les qualitats d'alumini que hom troba correntment en el comerç, les principals impureses són el coure, el ferro i el silici. Entre els elements que hom afegeix a l'alumini per a obtenir els emmotllats sans, el manganès és un dels pocs que no disminueix la resistència del metall a la corrosió.

L'alumini és fàcilment atacat pels àlcalis; però és insensible a l'acció de l'aigua pura. El contacte d'un metall més noble pot determinar la corrosió electrolítica; però això es pot evitar.

Coure.—Les impureses que hom troba en el coure del comerç no afecten la resistència a la corrosió; al contacte d'altres metalls, l'alumini per exemple, l'atac és ràpid.

Plom.—Té nombrosos empleus en la indústria química; però a causa de la seva feble resistència mecànica, cal, sovint, reforçar-lo. El plom és un metall tou que ofereix poca resistència a la corrosió; però que suporta bé els xocs i determinats fregaments com els dels coixinets. A sobre de 130°, la resistència a la corrosió disminueix i la viscositat augmenta.

Níquel.—El níquel pur resisteix bé als àcids, als àlcalis i a les sals; hom l'empra molt com a constituent dels metalls que han de resistir la corrosió. El metall Monel, aliatge de coure amb alt contingut de níquel, és més resistent als àlcalis que el níquel pur i té una càrrega de ruptura més elevada. Un aliatge níquel-com a 80-85 % de níquel és, de vegades, utilitzat com a resistent a l'oxidació i a l'acció del sofre a alta temperatura.

Platí.—El platí i els metalls preciosos tenen una excellent resistència als agents químics; són inoxidable i tenen un punt de fusió elevat; però llur preu fa l'ús impossible en la majoria dels casos.

Argent.—Aquest metall, el preu del qual disminueix, troba aplicacions més nombroses. És atacat pels àcids i la majoria de les sals; però resisteix les bases.

Estany.—Poc emprat per a la construcció d'aparells, aquest metall serveix molt per a les capses de llauna. Les bases i les sals l'ataquen fàcilment. El bicromat de

³ H. D. PHILIPS, *Heat treating and Forging*, abril 1930.

potassi, en lloc d'accelerar la corrosió, el converteix en passiu. S'oxida difícilment sota de 100° i serveix molt per a recobrir el coure i el ferro.

Zinc.—El zinc, metall a bon preu, és poc emprat quan la corrosió és enèrgica, car és fàcilment atacat per la majoria de les sals, els àcids i els àlcalis. El zinc brillant es desllueix fàcilment i es recobreix d'una capa protectora d'òxid, d'hidrat i de carbonat de zinc. El zinc és molt emprat per a protegir el ferro i l'acer.

Crom, ferro i silici.—Els acers al crom són d'un interès capital. Els acers amb alt contingut de crom i níquel resisteixen les accions químiques a temperatura ordinària, l'oxidació a alta temperatura i tenen una càrrega de ruptura elevada. L'addició de silici a aquests acers n'estén l'ús. Resisteixen l'àcid nítric, no són fràgils i ofereixen una bona resistència mecànica a temperatura elevada.

Els ferros oxidables al crom, mallejables, ofereixen una resistència considerable a la corrosió atmosfèrica o química i serveixen en la indústria química, en particular a la fabricació de la nitrocellulosa. L'acer amb 18% de crom és el més emprat; però els acers a 14% i 25 a 30% són, també, utilitzats.

Ferro-silici d'alt contingut.—Els ferro-silicis d'alt contingut són els únics aliatges que resisteixen amb èxit determinats àcids minerals. Poden suportar l'acció de l'àcid sulfúric concentrat calent, solucions de sulfat de coure i, fins a un cert punt, solucions calentes o fredes i concentrades d'àcid clorhídric. Aquests aliatges no contenen sinó poc o gens de crom i de níquel, amb 10 a 18% de silici. Són molt fràgils i poc resistents mecànicament. Hom recerca actualment el mitjà d'elevat les característiques mecàniques.

Nitrallloy.—És un aliatge sotmès a la nitruració, que resisteix bé el desgast, la corrosió i el calor.

Ferro-colat.—El ferro-colat resisteix molt malament la corrosió; però és a bon preu, i el tractament tèrmic millora les seves propietats mecàniques. Hom eleva la resistència a la corrosió modificant l'anàlisi i tractant les peces. El ferro-colat atacat químicament presenta picats o cavitats, deguts a una acció electrolítica provocada, probablement, per constituents segregats o partícules d'impureses introduïdes en el metall per negligència o tractament tèrmic incorrecte.

Cal prendre totes les precaucions en la fabricació per a evitar l'heterogeneïtat, la qual afavoreix les accions electrolítiques i accelera la corrosió.

Piròmetres òptics ⁴

Els piròmetres òptics són aparells que permeten determinar la temperatura a l'interior d'un forn per visió directa a través d'un orifici de petita secció practicat a la seva paret. Es basen en la propietat del cos negre que la radiació a l'interior d'un clos tancat és independent del contingut d'aquest clos i de la naturalesa de les parets, i que solament depèn de la temperatura. Els piròmetres es divideixen en dues classes principals: a radiació i a fil incandescent.

En els *piròmetres a radiació* hom utilitza directament la radiació del forn per a produir el desplaçament d'una agulla davant d'un quadrant graduat en graus centígrads. En la majoria dels casos, aquest desplaçament és obtingut per mitjà d'un pa-

⁴ PRZYGOŁE, E. T. Z., 17 juliol de 1930, *La Techn. Moderne*, 15 octubre 1930.

rell termo-elèctric. El piròmetre a radiació comprèn, doncs, un sistema òptic que concentra la radiació del forn sobre un parell termo-elèctric (aquest generalment en el buit o en un gas rar) i un galvanòmetre d'alta sensibilitat graduat en graus. L'aparell és, gairebé sempre, completat per un ocular que permet d'orientar-lo en la direcció adequada, per tal de concentrar la radiació del forn sobre el parell termo-elèctric. L'ull, doncs, només intervé per a fixar la direcció; aquesta direcció, en els aparells d'emplaçament fix, una vegada assegurada permet deixar-los funcionant sense intervenció de l'operador.

En l'"Ardometre" (fig. 4) la radiació del forn, limitada per un diafragma *B*, és concentrada per una lent *A* sobre una placa de platí *C*, la qual duu un parell termo-elèctric. La placa i parell són col·locats en el buit o en un gas rar. Sota l'acció de la radiació, la placa i el parell s'escalfen, amb ço que originen un corrent continu que produeix el desplaçament de l'agulla *I* d'un galvanòmetre de quadre mòbil *H* situat

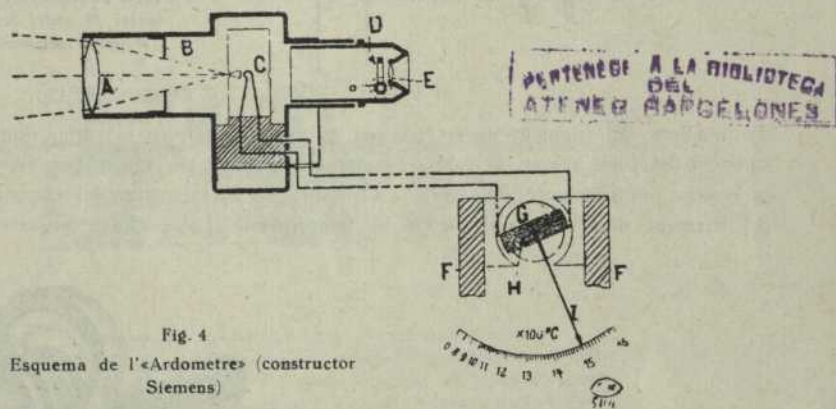


Fig. 4.
Esquema de l'«Ardometre» (constructor Siemens)

A, objectiu; B, diafragma; C, parell termoelèctric; D, vidre tenyit; E, ocular; F, imant permanent; G, nucli de ferro dolç; H, quadre mòbil; I, agulla

a l'exterior de l'aparell, el quadrant del qual és graduat en graus. Un ocular *E* permet d'orientar l'aparell en la direcció del forn. Per a la mesura de les temperatures elevades, un vidre colorit *D* pot ésser situat davant de l'ocular i evita l'enlluernament de l'operador. Aquest aparell permet mesures de temperatures de 500° a 2000°. La seva precisió és de $\pm 10^\circ$.

El piròmetre "Pyrradio" (fig. 5) es basa en el mateix principi. Hom retroba l'objectiu *L*₁ i el parell termo-elèctric *P*. El sistema de visió és diferent i comporta una segona lent *L*₂, la qual dóna una imatge del parell sobre un vidre glaçat *M*. Per a evitar les errors de mesures degudes a les variacions de la temperatura ambient, hom ha previst un petit diafragma suportat per un element bimetal·lic *B*. D'aquesta manera, la temperatura a l'interior del piròmetre pot assolir valors molt elevades, sense que l'exactitud de les mesures en pateixi, ço que és un gran avantatge per als aparells instal·lats a lloc fix. L'escala de mesura assoleix fins a 1800°.

El piròmetre "Pyro" (fig. 6) va combinat amb el galvanòmetre. L'agulla de l'aparell no és llibertada sinó al moment de les mesures, apretant el botó *C*. La temperatura mesurada assoleix fins a 2000°.

Els piròmetres a fil incandescent són utilitzats, sobretot, per a la mesura de les temperatures elevades, quan no és possible instal·lar un aparell en el forn o al seu veïnatge immediat. En aquests aparells, hom compara la llum emesa pel forn amb la del filament d'una petita làmpada a incandescència disposada entre l'ocular i l'objectiu

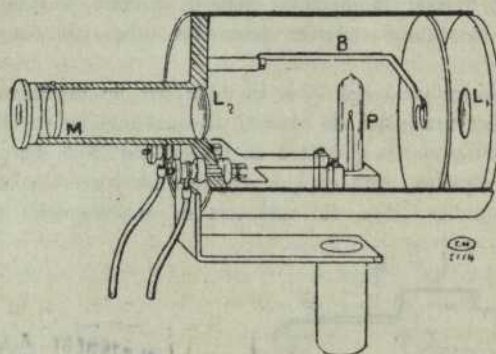


Fig. 5
Esquema del piròmetre «Pyrradio» (constructors Hartmann & Braun)
B, làmina bimetàl·lica que porta un diafragma; L₁L₂, lents; M, vidre despolit; P, parell termoelèctric

d'una ullera. El filament de la làmpada es destaca així, en el camp il·luminat per la radiació del forn, i hom fa variar l'esclat del filament per mitjà d'un reostat fins que la imatge del filament desapareix. La mesura de la intensitat del corrent que passa pel filament dona una mesura de la temperatura. La Societat Siemens construeix

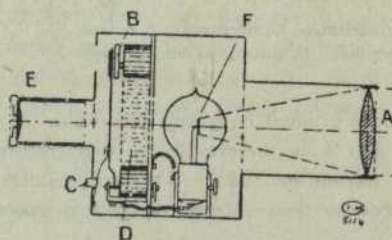


Fig. 6
Piròmetre «Pyro» (constructor Pyrowerk)
A, objectiu; B, escala; C, botó de parada; D, galvanòmetre; E, ocular; F, parell termoelèctric

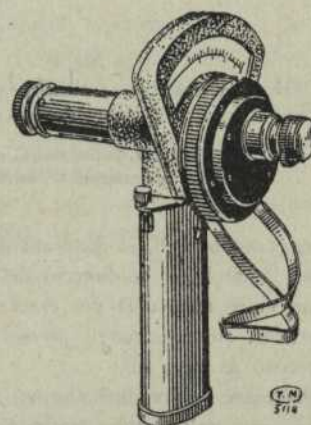


Fig. 7
Dispositiu del piròmetre «Pyropto» (constructors Hartman & Braun)

un piròmetre basat en aquest principi, fàcilment transportable (la làmpada és alimentada per una petita pila seca), que permet a un operador, àdhuc no pràctic, d'efectuar ràpidament mesures de indrets força diferents. L'extensió de mesura assoleix 3000° i pot, àdhuc, ésser portada a 4000° disposant un vidre tenyit davant de l'objectiu. La mesura de la temperatura d'objectes allunyats és feta possible per

mitjà del piròmetre a tele-objectiu (augment 8 vegades) o del micro-piròmetre (augment 20 vegades).

Un aparell anàleg, conegut sota el nom de "Pyroto" està representat a la fig. 7. El reostat de regulació és comandat pel disc visible al davant del quadrant. Aquest darrer està graduat en graus.

El piròmetre "Pyrophote", construït per la Societat Schmeling, és basat, igualment, en el mateix principi; de totes maneres, la mesura de la temperatura és portada, no a una mesura de corrent o de tensió, sinó a una mesura de resistència, de manera que l'aparell no comporta pas un galvanòmetre. El circuit de la regulació, compost de la pila, d'una resistència variable i de la làmpada de mesura, porta, igualment, una segona làmpada, dita làmpada resistent, muntada amb sèrie amb la primera i invisible dins del cos del piròmetre. El rol d'aquesta làmpada és de constituir una resistència variable amb el corrent d'escalfament comú a les dues làmpades. La mesura es fa en dos temps: hom regula, d'antuvi, la intensitat per mitjà d'un primer reostat, de manera a obtenir la desaparició del filament de la làmpada

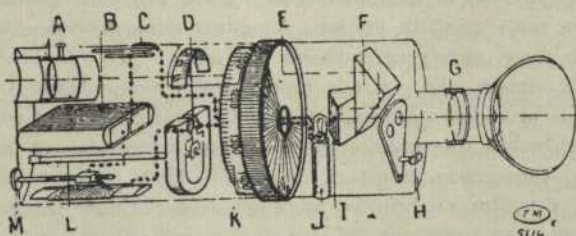


Fig. 8.

Esquema del piròmetre «Optix» (Constructor Pyrowerk)

A, objectiu; B, pila; C, contacte; D, escala del galvanòmetre; E, disc tenyit d'espessor creixent; F, prisma; G, ocular; H, botó per a intercalar el vidre vermell; I, esclatxa; J, làmpada; K, escala de les temperatures; L, resistència; M, vis de regulació del galvanòmetre

de mesura, com amb els altres piròmetres; durant aquesta operació, el filament de la làmpada resistent segueix les mateixes variacions d'intensitat i, per tant, de resistència, que el de la làmpada de mesura; quan el filament de la làmpada de mesura desapareix, la resistència de la làmpada resistent pren, doncs, una valor determinada, funció de la temperatura. La mesura de la temperatura es redueix, doncs, a la resistència de la làmpada resistent. A tal efecte, aquesta és substituïda, durant la segona part de la mesura, mitjançant un inversor, per un reostat regulable independent del primer. En aquest moment, la imatge del filament de la làmpada de mesura reapareix, i hom la fa desaparèixer, de nou girant el botó del reostat. La temperatura és llegible directament sobre una graduació solidària del moviment del reostat. L'aparell permet de mesurar les temperatures fins a 2000°. L'error de mesura assoleix, $\pm 10''$ i disminueix a les temperatures més elevades.

El piròmetre "Optix" (fig. 8) és, igualment, un piròmetre a fil incandescent; però en aquest aparell, l'esclat de la làmpada d'incandescència és mantingut constant i hom disminueix l'esclat de la radiació del forn, intercalant, en el trajecte dels raigs, una espessor variable de vidre colorit. El piròmetre és constituït per una ullera de prismes, l'ocular de la qual permet percebre, igualment, el filament de la

làmpada. Sobre el trajecte dels raigs, és intercalat un disc de vidre tenyit d'espessor creixent E . Aquest disc és girat a mà fins a la desaparició del filament i la temperatura és llegida sobre una graduació exterior. L'escala de mesura assoleix 1.800°.

Hom remarcarà que amb aquests darrers aparells l'operador no es limita pas a assegurar la posta en direcció a l'aparell, sinó que cal la seva intervenció a cada lectura. Els piròmetres a fil incandescent necessiten, doncs, la presència continua d'un operador.

La fotoscòpia i el procediment fotoscòpic⁵

La fotoscòpia, aplicació dels procediments llargament estudiats i enllestits per K. B. GOLDSCHMIDT, consisteix en la reproducció microfotogràfica de tota mena de documents (textos impresos, manuscrits, obres d'arts, dibuixos, etc.), sobre bandes pel·lículars de les mateixes dimensions que els films cinematogràfics (format normalitzat). Aquests documents són, després, engrandits per projecció lluminosa, mitjançant un petit aparell, o fotoscopi, el qual permet la lectura individual horitzontalment o la lectura col·lectiva sobre pantalla vertical. Aquests documents poden, igualment, ésser reproduïts sobre paper amb l'engrandiment desitjat.

La fotoscòpia ofereix, així, un nou procediment de reproducció i de lectura que presenta sobre els procediments actuals (tipografia, gravat, fotografia sobre vidre, etcètera), un cert nombre d'avantatges: preu de cost extremadament baix; espai nul; pes insignificant; conservació, transport i circulació fàcils.

Cada imatge del film s'imprimeix sobre una superfície de 24 per 18 mm. Un metre de film conté, per terme mig, 50 imatges. Les pel·lícules, després de la impressió, són enrotllades sobre elles mateixes i conservades en una capsula metàl·lica de 40 per 25 mm. Una capsula amb dos metres de pel·lícula, o siguin 100 imatges, pesa 24 grams.

El procediment GOLDSCHMIDT dona a les imatges microfotogràfiques una nitidesa i finesa perfectes. Els negatius són obtinguts per aparells de presa de vista d'un tipus especial. Partint d'aquests negatius, un utilatge apropiat permet de tirar a gran velocitat les bandes positives.

Gràcies a les petites dimensions de cada imatge i a la rapidesa de registre, el preu de les bandes de pel·lícula és molt baix, àdhuc quan aquestes són tirades a un sol exemplar i, amb més forta raó, quan el nombre d'exemplars es multiplica. El procediment fotoscòpic ofereix, així, l'interès de poder ésser utilitzat, a la vegada, per als documents de difusió molt més gran.

Les bandes positives són inserides en un porta-vistes i engrandides amb l'ajuda d'un fotoscopi. El fotoscopi, de dimensions reduïdes, és un aparell que serveix indistintament, per a la lectura individual i per a la lectura col·lectiva. És composta d'una làmpara que s'adapta a tots els corrents elèctrics i d'un sistema òptic molt perfeccionat. Muntat sobre un peu, col·locat al despatx, permet la lectura individual, a la dimensió desitjada, sobre una fulla de paper blanc posada al davant de l'observador. Un senzill moviment imprimit a l'aparell, mòbil en totes direccions, assegura la posició convenient per a projectar la imatge engrandida sobre una pantalla vertical fins a la dimensió de 3.50 m per 2.50 m.

⁵ Comunicació de A. CREMIEUX a la "Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale", *La Tech. Mod.*, 15 juliol 1930.