

Reculls periòdics

TECNICA

Les cel·lules fotoelèctriques. Lurs aplicacions¹

L'aplicació més important de les cèl·lules fotoelèctriques des del punt de vista comercial és, certament, el cinema sonor. Al seu desenvolupament ràpid hi ha contribuït eficientment la cèl·lula foto-elèctrica, que a l'hora actual es fabrica en gran sèrie. La idea de fotografiar els sons sobre la pel·lícula no és pas recent. Ja en 1880, FRITTS patentà als Estats Units un procediment per a obtenir aquest resultat; però la seva invenció no tingué gaire èxit. No obstant, el problema fou reprès i de progrés en progrés s'ha arribat als mètodes altament perfeccionats d'ayui. Tots els procediments de modulació de la llum pel so convergeixen actualment a un dels dos següents, realitzats al marge de la imatge sobre el film a projectar; una banda d'amplària uniforme, l'opacitat de la qual varia o una banda d'amplària variable i d'opacitat uniforme. Aquests dos procediments ac-

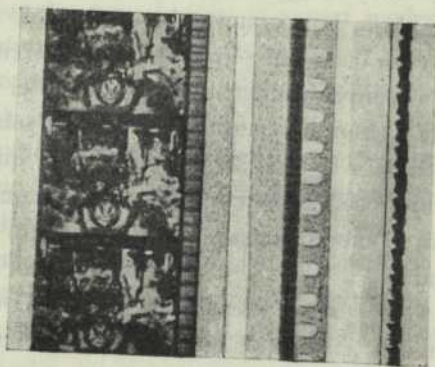


Fig. 1

tuen a base de sistemes òptics idèntics i amb el mateix muntatge de cèl·lules foto-elèctriques es produeixen els sons en els dos casos. En principi, un raig lluminós procedent d'una escaleta horitzontal molt estreta és dirigit sobre la banda. Tant si la seva opacitat varia, com si la seva longitud canvia durant el descabdellament del film, la

¹ Vegi's CIENCIA, vol. VII, núm. 16, pàg. 19.

quantitat de llum tramesa per la pel·lícula varia en concordància amb els sons captats i produeix corrents corresponents en una cèl·lula foto-elèctrica receptora (fig. 2). El feix lluminós rebut per aquesta cèl·lula és extraordinàriament feble i la potència posada en obra molt mínima, de l'ordre de 0.01 microwat. Com que calen, aproximadament, 20 wat per a activar un alt-parlant de teatre de dimensions mitjanes, hom veu que cal una amplificació de l'ordre de dos bilions i això s'ha d'obtenir sense defor-

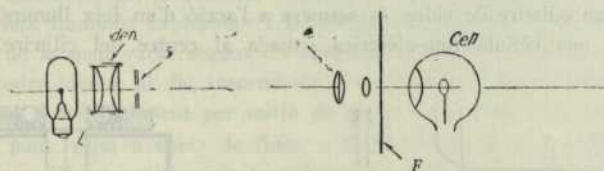


Fig. 2

L, làmpada; *den* condensador; *S*, diafragma; *je*, lente-objectiu; *Cell*, cèl·lula fotoelèctrica; *F*, pel·lícula

macions, sobre una gama de freqüències compreses entre 60 i 8,000 períodes per segon. Malgrat les dificultats enormes d'un tal problema, tothom pot donar-se compte en els cinemes sonors de les solucions satisfactòries obtingudes.

La segona aplicació important de les cèl·lules foto-elèctriques és la transmissió d'i-

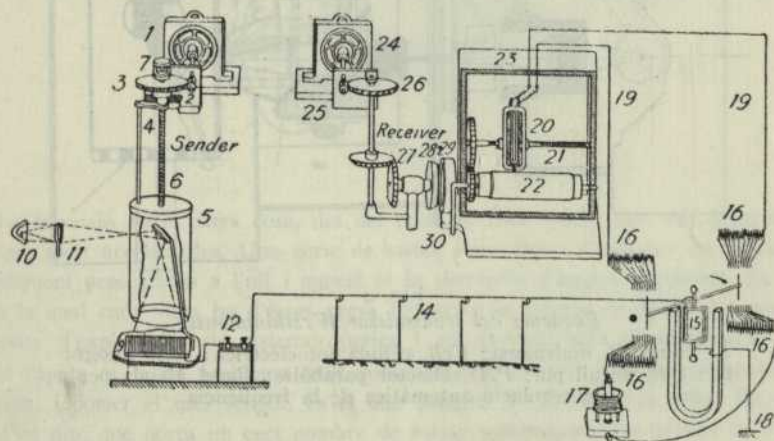


Fig. 3

Sender: Transmissor; *Receiver*: Receptor

matges. Els primers experiments foren realitzats per A. BAIN en 1843 i per F. BAKWELL en 1848. Tots dos utilitzaven per a la transmissió una imatge especialment preparada de parts conductores i isolants que explorava un contacte elèctric. Aquest dispositiu, molt imperfecte, fou portat a un tal grau de perfeccionament per CASELLI, que hom l'explotà comercialment entre París i Lyon de 1860 a 1870.

El mètode de contacte elèctric fou, després, substituït per un sistema en el qual

una reproducció fotogràfica de la imatge a transmetre era explorada per un raig de llum. Una cèl·lula al seleni transformava les variacions de flux lluminós en dos corrents que servien per a la transmissió. A. KORN intentà, en 1907, aplicar comercialment aquest procediment a la producció d'imatges i de manuscrits per mitjà dels fils telegràfics (fig. 3).

Dos mètodes principals s'empren avui dia per a l'exploració de la imatge. El primer, idèntic al de KORN, exigeix preparar una fotografia transparent. Aquesta, enrotllada sobre un cilindre de vidre, és sotmesa a l'acció d'un feix lluminós, que aquella transmet sobre una cèl·lula foto-elèctrica situada al centre del cilindre. Aquest gira

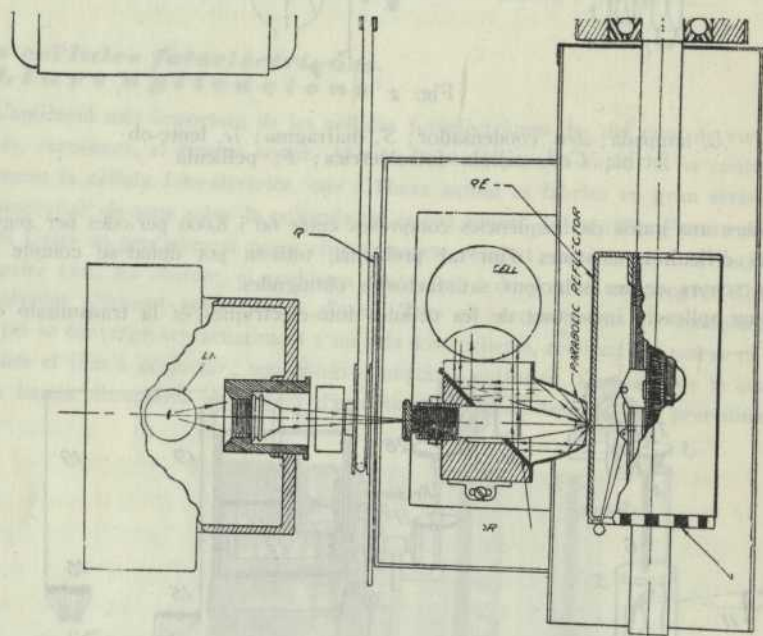


Fig. 4

Esquema del transmissor Westinghouse

Li, llum; R, diafragma; Cell, cèl·lula fotoelèctrica; RE, fotografia; OR, mirall pla; PA, reflector parabòlic; Band, Banda per a la regulació automàtica de la freqüència

i es desplaça al mateix temps al llarg del seu eix; així, el raig lluminós retroba, successivament, cada punt de la imatge. La cèl·lula foto-elèctrica reproduïx fidelment, sota forma de corrent elèctric, àdhuc les més mínimes variacions de transparència i a l'estació receptora l'energia elèctrica retornada a la forma lluminosa impressiona una placa fotogràfica. Una instal·lació comercial molt perfeccionada, deguda a la "Bell Telephone Co.", utilitza a Amèrica aquest sistema sobre la xarxa telegràfica. Per a evitar l'haver de fer els clixés diapositius, s'ha posat al punt l'exploració directa de l'original. Ací, la llum difosa per la superfície assoleix sola la cèl·lula foto-elèctrica; aquesta excitació molt més feble exigeix un sistema òptic particularment ben cuidat. En l'aparell de la Westinghouse, la llum d'un filament incandescent és dirigit vers

un diafragma amb petit orifici circular (fig. 4), que juga el paper de font secundària. Una lent concentra la seva radiació sobre un punt de la imatge a transmetre. Un mirall parabòlic recull els raigs difosos i els reenvia, en forma de feix paral·lel, vers un mirall pla que els reflecteix en una cèl·lula foto-elèctrica.

Aquest sistema òptic pot donar un corrent de 0.05 micro-amper en una cèl·lula a buit amb una làmpada ordinària de far d'automòbil. Un amplificador de tres fases és suficient, aleshores, per a accionar l'aparell receptor. Aquest és anàleg a l'emissor, puix que el feix lluminós explorador i la cèl·lula són substituïts per una font de llum, la intensitat de la qual varia segons els corrents rebuts. Es disposa un paper sensible sobre un cilindre idèntic al del transmissor i es dona als dos cilindres el mateix moviment, el que s'obté fàcilment per mitjà de motors sincrònics; la imatge és transmesa punt per punt. Com a fonts de llum, a l'estació receptora s'utilitzen sovint, tubs de gas rarificat. El corrent és a la freqüència de 2.000 a 4.000 períodes per segon. La durada de transmissió varia segons la grandària de la imatge entre un i vuit minuts. Entre els aparells posats a punt per a l'empleu d'aquest procediment i que han fet llurs proves pràctiques, assenyalem el de la Westinghouse a Amèrica, de BELIN a França i de SIEMENS a Alemanya.

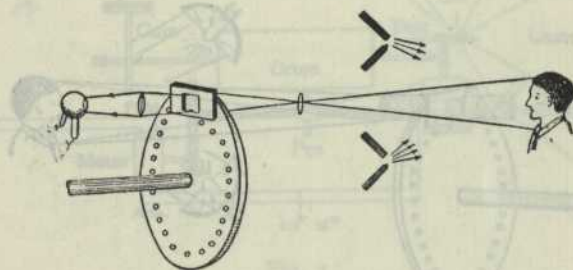


Fig. 5

La televisió no és altra cosa, des del punt de vista teòric, que una transmissió d'imatges molt accelerades. Una sèrie de vistes instantànies d'objectes en moviment són ràpidament presentades a l'ull i aquest té la percepció d'aquest moviment. La velocitat amb la qual cada vista ha d'ésser presa requereix la solució de problemes nous en els mètodes d'exploració, els sistemes òptics i els procediments d'amplificació. L'exploració ràpida és ja un problema molt complicat. De tots els mètodes proposats, el més corrent, i potser el més senzill, és el que imaginà P. NIPKOW en 1884. En ell, es fa ús d'un disc que porta un cert nombre de forats equidistants que prenen la forma d'una espiral prop de la perifèrie (fig. 5). La distància radial entre el primer i el darrer correspon al màxim d'altura de la imatge a transmetre, mentre que la distància entre dos forats consecutius limita la seva llargària. Darrera d'aquest disc hom installa una cèl·lula foto-elèctrica. Quan se'l posa en rotació, cada forat es presenta successivament davant de la imatge brillantment il·luminada. Gràcies a la disposició en espiral dels forats, la cèl·lula sensible rep, al cap d'una volta, una sèrie d'impulsions que corresponen a la totalitat de la superfície de la imatge. Quan hom es dona compte del dèbil grau d'il·luminació que produeix un objecte no lluminós, del qual, per terme mig, només $1/12.000$ del flux emès penetra en la cèl·lula, i del fet que cada part de la imatge és afectada per la llum només durant $1/200.000$ de segon aproximadament, hom veu que

àdhuc amb les cèl·lules foto-elèctriques més perfeccionades el problema és gairebé insoluble. Per a vèncer la dificultat, el suec A. EKSTROM proposà en 1910 de modificar el principi d'exploració de la imatge per parts separades (fig. 6). Ell suggerí d'explorar directament l'objecte per mitjà d'un petit feix lluminós que recorria ràpidament tota l'extensió i reenviar la llum a una cèl·lula foto-elèctrica situada prop de la imatge a retransmetre. Amb això assolí un doble avantatge. D'antuvi, el raig explorador seria fàcilment molt intens; després, la cèl·lula captaria fàcilment una quantitat important de raigs lluminosos reenviats. La combinació del disc de NIPKOW amb el dispositiu d'EKSTROM féu possibles els primers assaigs de televisió. Aquesta és, també, realitzable, tant per fils com sense fils, per mitjà de les ondes hertzianes. Al lloc receptor, un tub luminiscent tradueix les corrents en variacions d'intensitat lluminosa. Per a veure la imatge transmesa, és suficient d'esguardar davant d'un disc de NIPKOW que gira a una velocitat idèntica a la del lloc emissor. No obstant, aquest sistema només pot ésser considerat com una primera aproximació de la solució del problema de la televisió. En molts laboratoris s'estudien, actualment, altres mitjans.

Una aplicació freqüent de les cèl·lules foto-elèctriques és el relé sense contacte.

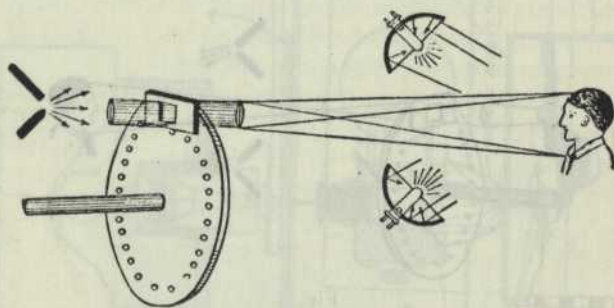


Fig. 6

En tots els casos en què el contacte mecànic no és desitjable, o àdhuc impossible, la cèl·lula foto-elèctrica, acompanyada d'un raig lluminós, dóna una solució fàcil i elegant. Proveït d'un tub amplificador, el sistema esdevé un dispositiu comercial sensible i robust. Hom pot adaptar-lo als casos més diversos, com són comptar els objectes acabats en una producció en gran sèrie, determinar el nombre de persones que han passat per una porta d'entrada o de sortida, el nombre de vehicles que han travessat un túnel, etc. Hom l'ha aplicat al control de la circulació a l'encreuament de rutes amb una de principal. Normalment, la via és lliure sobre la ruta principal; però quan un vehicle ve d'un camí secundari i desitja travessar aquella, el seu pas acciona una cèl·lula foto-elèctrica, la qual, mitjançant un relé, posa a l'atur una senyal sobre la ruta principal. En la inspecció dels productes industrials, l'ull no assoleix sempre de fer una classificació suficientment precisa i es fadiga ràpidament; en aquesta tasca, l'ull elèctric pot, no solament substituir l'home, sinó que treballa amb força més d'exactitud i destresa. La inspecció d'objectes per mitjà de la intensitat o la qualitat de la llum reflectida en una cèl·lula foto-elèctrica és esdevinguda una realitat comercial. Quan l'article és de dimensió mínima i pot fàcilment desplaçar-se dins d'un petit feix lluminós, senzills aparells permeten aleshores d'obtenir resultats excel·lents. Per a ob-

jectes voluminosos, hom utilitza dispositius d'investigació anàlegs als de la transmissió d'imatges o bé moltes cèl·lules inspeccionen simultàniament l'objecte per seccions paral·leles.

La cèl·lula foto-elèctrica és especialment recomanable per a la separació dels colors, puix que cada tipus té una corba de sensibilitat als colors que li és pròpia i no canvia. Els aparells en ús s'assemblen als emprats normalment per a aquestes operacions; però l'ull humà és substituït per una cèl·lula amb un indicador convenient. Han estat igualment realitzats analitzadors automàtics de colors. Un aparell molt exacte, però malauradament una mica complicat, ha estat imaginat per A. C. HARDY. En principi, funciona de la manera següent: una cinta de tungstèn il·lumina per una de les

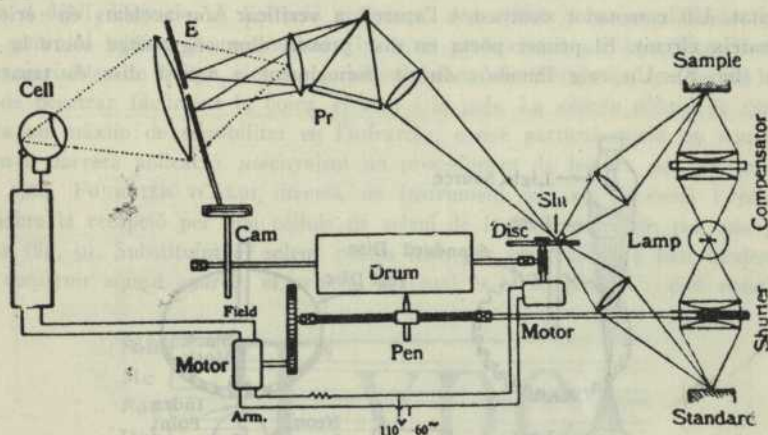


Fig. 7

Sistema òptic de l'anàlitzador de colors amb una representació esquemàtica del mecanisme de control d'energia

Cell, cèl·lula fotoelèctrica; A, amplificador; E, diafragma de sortida; Pr, prisma; Slit, diafragma d'entrada; Disc, Disc explorador; Drum, tambor registrador; Motor, motor de l'obturador; Shutter, obturador; Standard, superfície standard de carbonat de magnesi; Sample, mostra a examinar

seves cares una superfície *standard* de carbonat de magnesi i per l'altra la mostra a examinar (fig. 7). La llum difosa reflectida per les dues superfícies és projectada en ràpides alternances vers una cèl·lula foto-elèctrica. Un mecanisme automàtic, controlat per l'energia emesa en la cèl·lula, registra sobre d'un tambor la relació existent entre l'energia lluminosa reenviada per la mostra i la de la superfície de comparació per diferents llargàries d'onda. La sensibilitat és molt gran i no depèn de les característiques colorimètriques de la cèl·lula. Un analitzador de colors més senzill, que té l'avantatge d'ésser portàtil, ha estat construït per P. J. MULDER i J. RAZEK. La mostra es col·loca al centre d'un hemisferi i la llum difosa és dirigida vers una cèl·lula foto-elèctrica. Hom utilitza igualment les cèl·lules per a mesures quantitatives i qualitatives sobre líquids i solucions colorides en la indústria química. Hom pot, per exemple, obtenir per aquest mitjà, el control automàtic del títol d'una solució. En

Astronomia s'ha fet ús de les cèl·lules foto-elèctriques per a notar el pas exacte d'un astre pel meridià i deduir-ne l'hoïra local. L'exactitud obtinguda és, de molt, superior a la que hom assoleix mitjançant l'observació visual. Una cèl·lula pot, encara, servir per a registrar les oscil·lacions del pèndol d'un rellotge de precisió, sense donar lloc al més petit parell resistent. L. R. KOLLER ha construït un aparell per a integrar la quantitat total de llum emesa per una deu durant un temps determinat. La cèl·lula foto-elèctrica és instal·lada en sèrie amb un acumulador i un voltàmetre. El volum d'hidrogen després en aquest darrer mesura la quantitat de llum rebuda per la cèl·lula. Hom pot, per aquest procediment, determinar exactament la il·luminació solar diària i resoldre altres problemes anàlegs.

ARONOFF i YOUNG han aplicat la cèl·lula foto-elèctrica al contrast dels comptadors d'electricitat. Un comptador contrast i l'aparell a verificar són acoblats en sèrie sobre el mateix circuit. El primer porta un disc proveït d'un engranatge sobre la seva perifèrie (fig. 8). Un raig lluminós dirigit normalment a aquest disc és tapat pe-

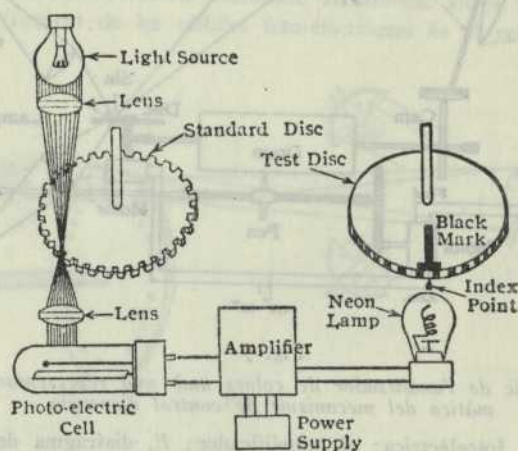


Fig. 8

riòdicament per les dents, però passa entre elles sobre una cèl·lula foto-elèctrica, que produeix, per tant, un corrent pulsatori. Aquest, després d'amplificació, serveix per a alimentar un tub luminescent de neon que il·lumina el disc del comptador i contrastar, proveït d'un engranatge idèntic. És suficient, aleshores, d'actuar sobre els elements de reglatge fins que el segon disc aparegui estacionat. En aquest moment, els dos comptadors fan rigorosament el mateix nombre de voltes. Poden ésser imaginades per a tota mena d'aplicacions, variants d'aquest procediment. En la gran indústria hom ha fet ús de cèl·lules foto-elèctriques per a controlar la temperatura dels forns. Un parell termoeleèctric produeix una desviació en la bobina d'un galvanòmetre portador d'un mirall sobre el qual cau un raig lluminós. Una cèl·lula és disposada de manera a rebre el raig reflectit quan la desviació assoleix una certa amplitud. La cèl·lula pot tancar un circuit auxiliar que serveix, segons el cas, per a augmentar o disminuir la temperatura. Així, amb dues cèl·lules, és possible de mantenir la temperatura d'un forn dintre de límits molt estrets.

Una de les primeres aplicacions de les cèl·lules fotoelèctriques fou com a senyal d'alarma en cas d'incendi. Una cèl·lula convenientment col·locada a l'abric d'una il·luminació de dia massa violent i de la il·luminació artificial de nit, pot detectar les radiacions lluminoses degudes a un començament d'incendi i posar en funcionament aparells d'alarma. Pot, també, actuar simplement per seqüència de fums en l'aire. En aquest cas, hom envia normalment un raig lluminós vers una cèl·lula a través de l'espai a vigilar. Tota presència de fums redueix, aleshores, la intensitat de la llum rebuda i la variació de corrent que es produeix pot servir per a accionar un relés advertidor. Un dispositiu anàleg convé per a la protecció contra els lladres, puix en passar algú per l'espai controlat per la cèl·lula redueix la llum que aquesta rep.

Un raig lluminós modulat per la veu humana pot assegurar una comunicació telefònica a dèbil distància. A l'estació receptora, una cèl·lula i un amplificador permeten de sentir al telèfon. Aquest sistema ha estat perfeccionat per la utilització de radiacions invisibles de l'ultra violeta o, millor encara, de l'infraroig, que tenen la propietat de penetrar fàcilment la boira, el fum i la pols. La cèl·lula d'òxid de cesi, que presenta un màxim de sensibilitat en l'infraroig, convé particularment en aquest cas.

Com a darrera aplicació, assenyalem un procediment de lectura per als orbs.

En 1914, FOURNIER D'ALBI inventà un instrument que ell anomenà l'*optophone*, basat sobre la recepció per una cèl·lula de seleni de la llum reflectida per una pàgina impresa (fig. 9). Substituint el seleni, massa lent, per una cèl·lula a buit moderna, es pogué construir aquest aparell, el principi del qual és el següent: Un disc rotatiu que



Fig. 9

comporta cinc cercles concèntrics foradats d'un nombre diferent d'orificis divideix la llum en cinc raigs diferents. Aquests són concentrats seguint cinc plans lluminosos paral·lels que vénen a tallar en cinc franges l'altura de les lletres d'una línia. Desplaçant, aleshores, la pàgina, els cinc punts lluminosos, cada un d'una freqüència determinada per raó del nombre diferent de forats del disc al qual correspon, són reflectits vers una cèl·lula fotoelèctrica i donen lloc a un corrent resultant que produeix un so definit en un telèfon. Quan els punts lluminosos retroben les parts negres de les lletres, hi ha una absorció de llum més o menys gran i el so donat canvia. Un orb pot aprendre en alguns mesos a reconèixer per aquest mitjà els sons característics de cada lletra i arribar a llegir textos impresos a la velocitat de 60 mots per minut.

El progrés en la nova fabricació de calderes i de fogaines

En el camp de la producció de l'energia elèctrica té una importància essencial la producció econòmica del vapor. Per això tot l'esforç s'ha concentrat en el sentit

de poder utilitzar carbons d'escàs valor comercial i el resultat ha estat la creació d'una nova tècnica en la construcció de les calderes i de les fogaines que ha fet fer un progrés formidable, en aquests últims deu anys, a aquesta indústria.

Fins ara, hom s'havia preocupat d'augmentar el valor del recalentament del vapor, tot augmentant la pressió.

L'augment constant que han sofert les unitats generadores ha obligat a construir calderes de gran capacitat d'evaporació. Alemanya ha construït unitats que evaporen 150-170 tones de vapor per hora. Les més grans unitats són, però, les d'East-River amb una evaporació calculada per a 363 tones de vapor-hora i que en les proves assoliren prop de 560 tones de vapor per hora amb una superfície de calefacció de 6380 mq per a alimentar una turbina de 100.000 kW.

La diferència entre la tècnica moderna i la que es seguia fins ara, es veurà en les xifres de comparació següents: una fogaina amb volta, per a produir 200 tones de vapor per hora, necessitaria una superfície de prop 8300 mq i un volum de combustió d'uns 53.000 mc: Per a una producció igual amb procediments moderns, la superfície

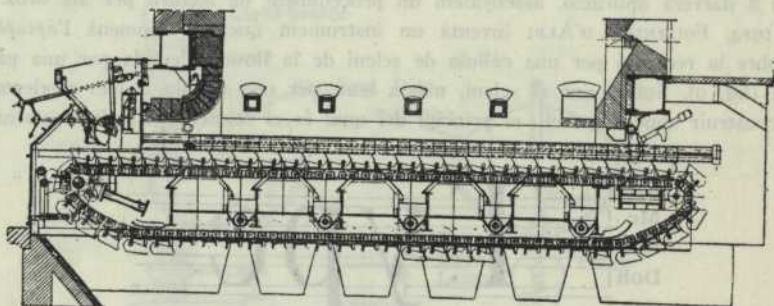


Fig. 1.—Engraellat Steinmüller, amb zones de ventilació compartimentades

es redueix a $1/16$ de l'anterior i el volum de la construcció a $1/5$, amb l'avantatge de donar més alta pressió i més sobrecalentament del vapor.

Les modificacions que s'han fet per a obtenir aquests resultats són: millorament de les condicions de combustió del carbó per les millores introduïdes en els engrael·lats i en una realització més racional del sistema evaporador; la depuració de les aigües per a evitar les incrustacions i les millores introduïdes en els materials de construcció, que han permès d'obtenir calderes totalment soldades a l'autògena amb absoluta seguretat de servei per a altes pressions.

L'autor publica un gràfic en el qual demostra l'augment constant que s'ha perseguit en la combustió de carbó per mq d'engraellat.

D'aquest diagrama es dedueix que avui hom crema 250 a 260 kg de carbó per mq d'engraellat i per hora, i en proves oficials fetes amb la reixa rotativa de L & C Steinmüller, engrael·lat amb compartiments, s'obtingué un resultat sorprenent: 313 kg de carbó de la Rhur, en boles, per mq i per hora, o sigui 2,35 milions de calories desenrotllades per mq i hora.

Un resultat així, només havia estat possible, fins aleshores, mitjançant el carbó polvoritzat.

Amb aquest i utilitzant cambres de combustió de gran volum, hom arriba a produir de prop de 80.000 fins prop de 250.000 calories per mq/hora.

Per a obtenir resultats semblants amb engrael·lats, hom ha modificat el tipus antic de fogaina amb volta; aquesta ha estat suprimida i l'engraellat giratori amb aire a pressió en llocs determinats, ço que permet una combustió intensa i regular del combustible. Per aquest procediment hom ha pogut cremar lignits pobres amb un consum de 105 per 100 superior als altres sistemes.

El límit pràctic de la quantitat de carbó a cremar per mq i per hora es troba en la possibilitat de provocar partícules de coc volàtils.

En quant a la possibilitat d'obtenir una combustió regular en tota la superfície de l'engraellat, només pot ésser obtinguda per la insuflació d'aire en els llocs determi-

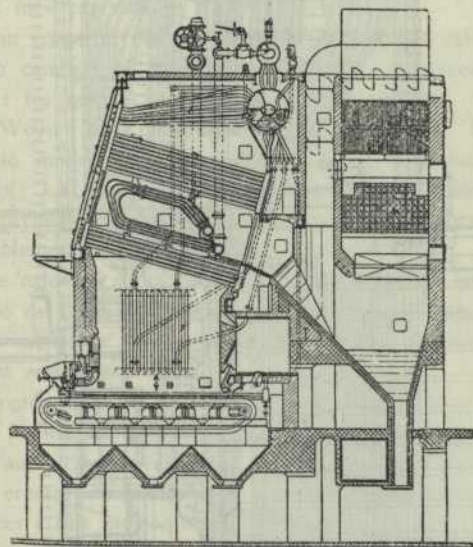


Fig. 2.—Gran caldera Steinmüller (1000 mq, 6 m d'ample i 6,30 m de llarg)

nats i en quantitats precises; això s'obté gràcies a la compartimentació de l'engraellat i emprant ventiladors.

La insuflació d'aire en llocs adequats, és necessària amb la utilització de carbó polvoritzat, ric en cendres i sense volta en la fogaina.

La fig. 1 d'aquest treball representa un dels engrael·lats rotatius "Steinmüller" amb zones de ventilació compartimentades.

L'acumulació de cendres expulsades, tanca automàticament d'una faïçó absoluta els corrents d'aire.

En aquesta classe d'engraellats és de notar la construcció especial del suport de l'arbre anterior, el qual permet una millor distribució dels esforços que suporten les cadenes de comanda.

Però per a obtenir una combustió econòmica, no és suficient tot ço que acabem d'indicar: supressió de la volta, ventilació forçada i compartimentada; és necessari:

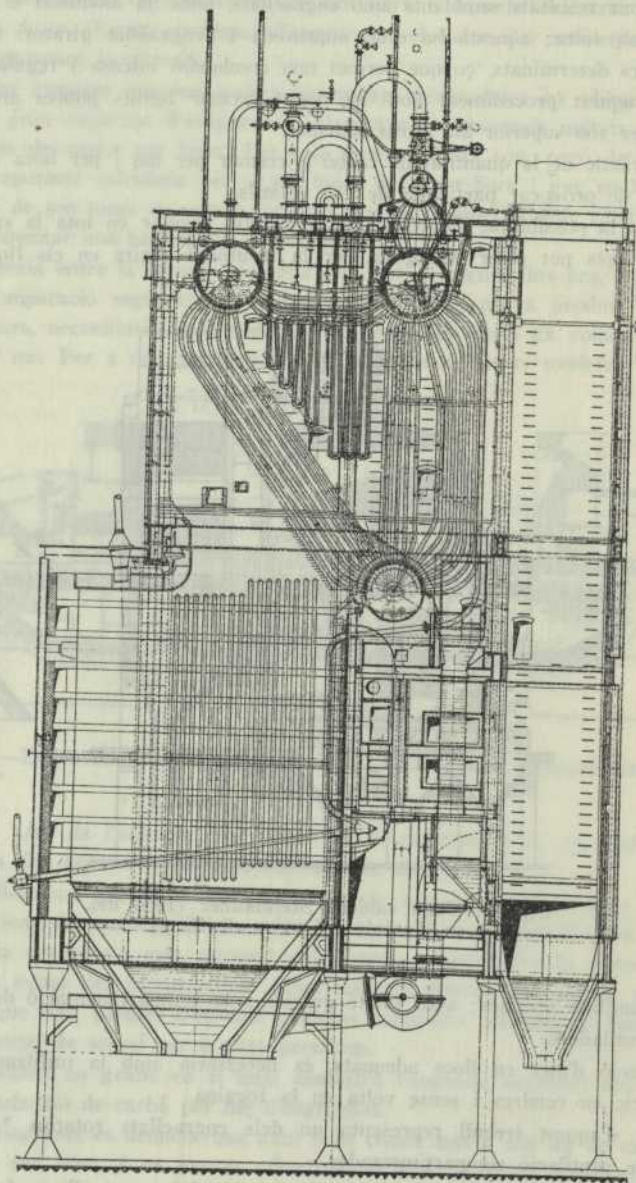


Fig. 3.—Caldera Steinmuller, de 1.600 mq i 37 at, de la Central "Klingenberg"

que la cambra de calefacció pròpiament dita estigui degudament estudiada i que la relació entre la caldera i la fogaina estigui en la deguda correspondència.

La volta que tenia en els tipus antics una alçada de 0,6 a 0,8 m damunt del foc, va arribar, fins al 1919 a 1,5 i 1,8 mts. Avui, amb els engrael·lats moderns a gran consum, hom li dona 4, 6 i fins 10 m d'alçada.

Això ha transformat completament la cambra de combustió (fig. 3) i s'ha observat, en proves, que l'absència de la volta no dificulta gens la combustió de carbons pobres en matèries volàtils. (Vegi's l'estudi sobre radiació del gas i de la flama en A. SCHACK "*Industrielle Wärmeübergang*".)

L'augment de l'alçària de la volta provocava un augment de temperatura sobre de l'engraellat, perillós per a l'obra, la qual cosa obligà a posar al llarg de les parets, cambres vaporitzadores, que ja havien donat bon resultat amb el carbó polvoritzat; amb això, ultra la protecció efectiva de les parets, hom augmentava la producció de vapor; per tant, doble guany. D'altra part, la temperatura dels gasos en els llocs dels tubs més exposats, es trobava reduïda sensiblement, disminuint, per tant, el perill de cremar els elements més exposats.

Els americans van construir, fa 5 ó 6 anys, un tipus de caldera per a combustible polvoritzat, amb cambra de combustió quadrada. La injecció del carbó es feia pels quatre angles i les quatre parets eren cobertes de tubs vaporitzadors. Aquest tipus fou creat per Wood i d'ell deriva el nou tipus de caldera "Lopulko".

En la construcció moderna de les grans calderes, hom ha introduït una altra modificació important: La supressió del dom que ha estat substituït per una caldera cilíndrica. Això permet d'obtenir, d'una part, vapor pràcticament sec i d'altra part hom augmenta sensiblement el volum de vapor disponible.

Amb l'adopció de calderes d'alta pressió ha estat necessari introduir una nova millora en la circulació de l'aigua. Mentre en les calderes antigues la circulació es feia per gravetat, en les modernes és una circulació forçada. L'autor cita diferents tipus de calderes utilitzant aquest sistema.

La circulació forçada dona al constructor més llibertat per a distribuir els seus elements, així com facilita la disposició dels tubs d'aigua.

Parla després, l'autor, dels avantatges dels engrael·lats rotatius moderns referent a la possibilitat de cremar combustibles de qualitat inferior. Hom ha cremat carbons amb 30 % de cendres i fins un 40 % demenuts de 1 mm amb bons resultats.

Aquests engrael·lats són controlats per una comanda Leonard qui permet fer variar la velocitat de l'engraellat en proporció de 1/15.

Compara, també, l'engraellat "Taylor-Stoker" amb el "Steinmüller" i troba per a aquest avantatges reals en el consum de combustibles inferiors i en un millor aprofitament del combustible que pot ésser tot cremat sobre l'engraellat. També per part del cost de construcció, troba l'autor avantatges en el "Steinmüller" que ell calcula en un 6 ó 9 %.

En l'article que traduïm hi ha la reproducció d'uns gràfics que demostren els amplis límits d'utilització dels engrael·lats rotatius a insuflació forçada i compartimentada. El consum de vapor pot sofrir grans variacions sense que repercuteixi en l'estabilitat de la pressió.—ENRIC J. FERRER.