

## CENTRALS TERMOELECTRIQUES DE PARIS

**D**URANT les sessions de la "Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques", he tingut ocasió de visitar algunes de les principals fàbriques d'electricitat de la capital francesa, recollint dades que, malgrat de no dir res de nou als qui s'han dedicat a l'estudi de les centrals tèrmiques, crec poden interessar a alguns lectors de CIENCIA, motiu pel qual descriuré breument les instal·lacions, sense donar detalls constructius de les màquines emprades.

Actualment ja arriba a París energia hidro-elèctrica procedent de la central d'Eguzon (103.000.000 Kwh. en 1928); però com que aquesta energia és utilitzada en gran part pel F. C. d'Orleans, quasi tota l'electricitat consumida a París es produeix en les centrals tèrmiques del costat del Sena, a les afores de la ciutat.

Les principals d'aquestes centrals estan agrupades en tres companyies: "Union d'Electricité" (U. D. E.); amb les centrals de Gennevilliers i Vitry; "Compagnie Parisienne de Distribution de l'Electricité" (C. P. D. E.); Saint-Ouen i Yssy-les-Moulineaux; i "Société d'Electricité de Paris" amb la seva filial "Société d'Electricité de la Seine", les de Yvry i Saint-Denis.

Les dues primeres, que són les més importants, produïren en 1928, 818.495.000 i 515.000.000 Kwh. respectivament, amb puntes de 306.000 i 202.500 Kw.

Quan, acabada la guerra, es vegé la necessitat de renovar la maquinària de les centrals, s'aprofità l'ocasió per suprimir algunes de les petites i augmentar la potència de les altres, instal·lant-hi grans unitats que treballen a altes pressions i recalentaments i unificant, al mateix temps, la classe i freqüència del corrent que abans era bifàssic o trifàssic a 53, 50, 42 o 25 períodes, a més del continu obtingut per rectificació d'algun d'aquells.

### CENTRAL DE GENNEVILLIERS

Aquesta fàbrica té una secció relativament antiga i una altra de nova amb una potència total intallada de 340.000 Kw., sense comptar els grups destinats a serveis auxiliars.

*Carbó.*—A la secció antiga hi arriba amb barques o vagons i es diposita



en un parc de 40 metres d'ample per una llargada de 200 que s'augmentarà fins a 340 a fi de què puguin magatzemar-s'hi 80.000 tones de combustible. Des del parc, per mitjà de vagonets, es porta a uns dipòsits subterranis d'on

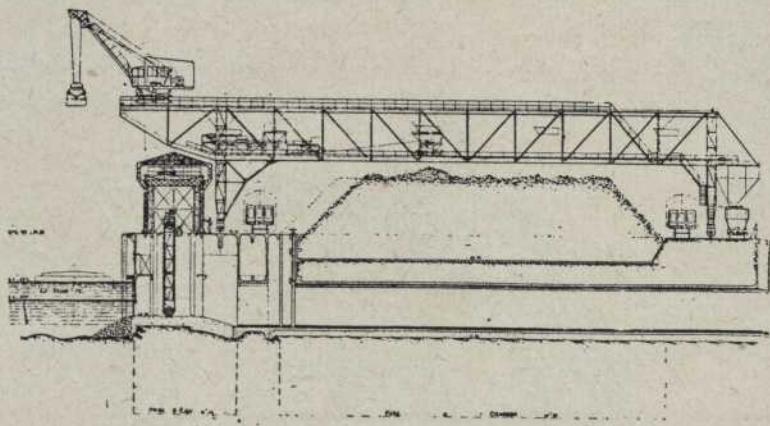


Fig. 1. Central de Gennevilliers  
Presa d'aigua i parc de carbó. Secció perpendicular al Sena.

un transportador de paletes el barreja i, després de trencar-lo, si és necessari, el porta a la part superior de la sala de calderes d'on es distribueix a les fogaines.

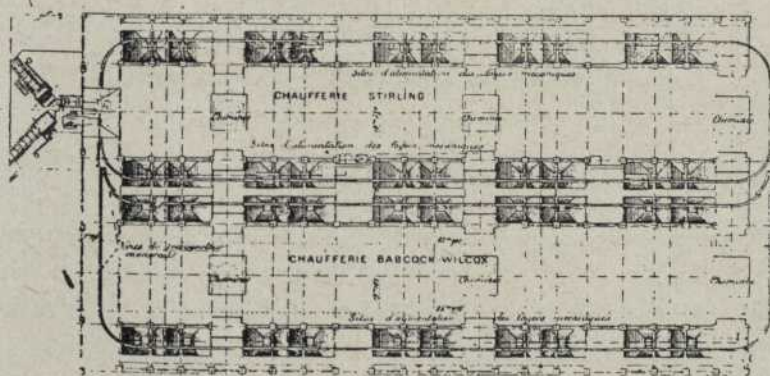


Fig. 2. Central de Gennevilliers  
Vista en pla de la sala de calderes al nivell de carregament dels silos.

A la secció nova tot el carbó arriba per un ramal del F. C. de París a l'Havre i es porta als dipòsits subterranis de formigó armat. Després es polvoritza i a l'ensiem s'asseca amb una corrent dels gasos de la combustió; a seguit, un ventilador l'envia, barrejat amb aire, als nous dipòsits, uns ca-



ragols d'Arquímedes el distribueixen als corresponents a cada caldera i un altre corrent d'aire el porta a la fogaina.

Les escòries són recollides en vagonetes, portades al dipòsit corresponent i enviades a la fàbrica d'aglomerats o al costat del riu per contribuir a la construcció d'un terraplè.

*Aigua.*—Procedeix, com sempre, de la condensació del vapor de les turbines (unes 180 tones per grup i hora). Es porta a 3 dipòsits de 123 mc

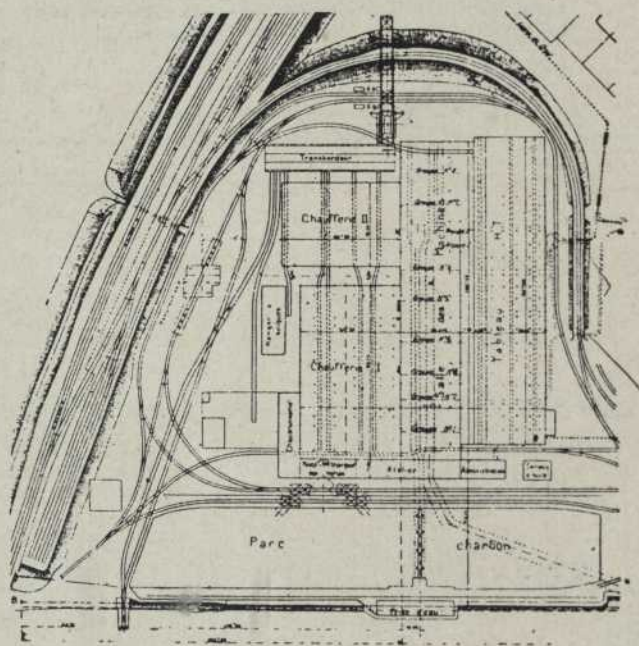


Fig. 3. Central de Gennevilliers  
Vista en pla de la Central.

cada un, passa pels desgasadors (4 de 200 tones per hora i 2 de 50), i 9 bombes de 225 mc per hora a la pressió de 34 at. la tornen a les calderes. D'aquestes bombes n'hi ha 3 accionades per turbines i les altres 6 ho són per motors de 420 HP i 3.000 rev.

Per compensar les pèrdues, es pren aigua del Sena filtrada, depurada químicament i separada dels gasos que l'acompanyen.

*Producció de vapor.*—A la secció antiga hi han 15 calderes que subministren vapor a 25 at. i 375°. D'aquestes calderes n'hi ha 5 Stirling d'una producció horària de 60.000/80.000 Kg. i 10 Babcock & Wilcox, de 40.000 a 53.000 Kg. Totes tenen recalentador i economitzador i les xemeneies són metàl·liques sistema Prat.

A la secció nova hi ha 4 calderes Delaunay-Belleville la producció de les quals és de 60.000/110.000 Kg. de vapor per hora, a 28 at i 400°. El combustible emprat en aquesta secció és carbó polvoritzat, l'ús del qual va estenent-se en les centrals termoelectriques, entre altres motius, per la dificultat de trobar a bon preu carbons de les característiques i proporció de cendres i matèries volàtils indispensables per ésser cremats en engrallats mecànics.

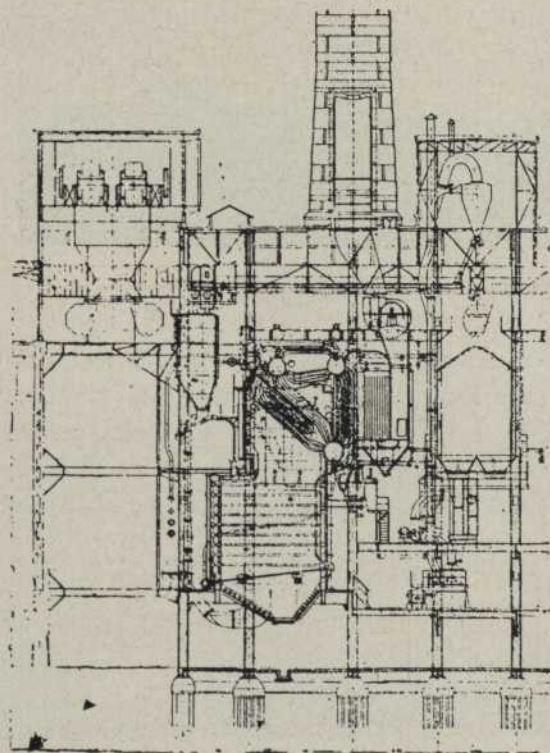


Fig. 4 Central de Gennevilliers  
Secció transversal d'una de les calderes.

*Producció d'energia elèctrica.*—A la secció antiga hi ha 6 turbo-alternadors de 40.000 Kw. que reben vapor a 22 at i 375°, giren a 1.500 rev. i produeixen corrent a 6.000 volt i 50 períodes. Per als serveis auxiliars hi ha altres dos turbo-alternadors 3.000 Kw., 3.000 rev. i 3.000 volt.

A la secció nova hi ha dos turbo-alternadors de 50.000 Kw. que reben vapor a 25 at i 375°, giren a 1.500 rev. i produeixen corrent a 6.000 volt i 50 períodes.



## CENTRAL DE SAINT-OUEN

Aquesta central, de la C. P. D. E., coneguda també per *Usine Nord*, té una potència instal·lada de 400.000 Kw. i la diferència entre la secció nova i l'antiga és molt més remarcable que a la de Gennevilliers.

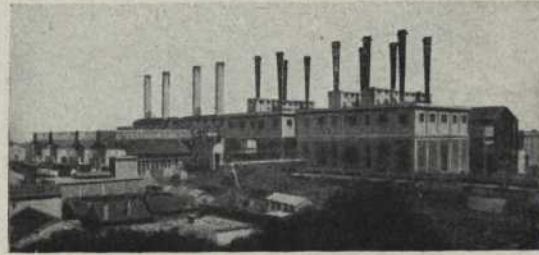


Fig. 5. Central de St. Ouen.

*Carbó.*—El consum mig de carbó d'aquesta fàbrica és d'unes 1.000 tones diàries que hi arriben pel Sena o per un ramal del F. C. del Nord. Al costat del riu hi ha una estacada, unida a la fàbrica per un viaducte, per on circulen vagonetes automotrius que recullen el carbó del dipòsits de fons mòbil on el deixen les grúes que el treuen de les barques, i el porten

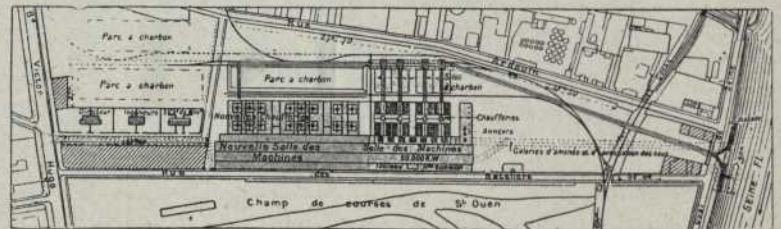


Fig. 6. Pla de conjunt de la central de St. Ouen.

als corresponents de les calderes o al parc de 150 metres de llarg per 34 d'ample i 4'20 de fondària en el que poden emmagatzemar-se 30.000 tones de carbó que, en gran part, es conserva mullat. Dues grues mòbils reparteixen el combustible i prenen del no immersit el necessari per carregar els vagons o vagonetes que el porten a la sala de calderes.

Els vagons de 20 tones que arriben a la fàbrica plens de carbó van a una via situada al costat del parc, que presenta una inclinació del 10 % i, després d'obrir la porta lateral corresponent, una motobomba elèctrica



de 20 HP. els envia un raig d'aigua a pressió que els buida en pocs minuts.

*Aigua.*—L'aigua necessària procedeix dels condensadors i, en part, del Sena, convenientment depurada, després de passar per tres reixes filtrants i per dues galeries de  $3'05 \times 2'45$  m. Per retornar al Sena les aigües sobreres hi ha dues galeries rectangulars de  $2'55 \times 3'45$  m.

*Producció de vapor.*—A la secció antiga, intallada l'any 1911, hi ha 30 calderes Babcock & Wilcox de 10.000/14.000 Kg. de vapor per hora a la pressió de 17 at, recalentat a  $325-350^\circ$  i 10 Delaunay-Belleville de la mateixa producció i recalentament a 18 at. A cada 10 calderes hi correspon una xemeneia Prat amb 2 grups moto-ventiladors de 80 HP. que permeten un consum de combustible de 1.000 a 2.050 Kg. per hora i caldera.

L'alimentació d'aigua es fa mitjançant 4 bombes de 90 mc per hora a la pressió de 20 at accionades per motor elèctric i altres 3 de 180 mc. a la

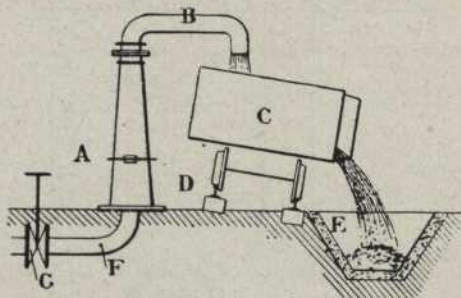


Fig. 7. Central de St. Ouen  
Buidament hidràulic d'un vagó de carbó.

mateixa pressió, accionades per turbina de vapor. La depuració s'obté en 2 depuradors Desrumeaux de 20 mc per hora.

Un *tapis-roulant* d'una capacitat de 50 tones per hora per a cada 10 calderes els reparteix el carbó, servint també per retirar les escòries.

A la secció nova hi ha 13 calderes Stirling-Fives-Lille i 3 Ladd-Belleville, totes elles d'una producció de 60.000/80.000 Kg. de vapor per hora a 20 at i  $350^\circ$ . Cada caldera té una xemeneia Prat amb 2 ventiladors accionats per motors de 35 HP. L'alimentació d'aigua és operada per bombes centrífugues de 180 mc per hora a 24 at, accionades per motors elèctrics o turbines de vapor. La depuració s'obté en 2 depuradors químics Lamy de 40 mc per hora, un Desrumeaux de 20 i un aparell destil·lador Prache & Boullon de 10 mc per hora.

Per al transport del combustible hi ha 2 tapisos-transportadors d'una capacitat de 75 tones per hora que el porten als dipòsits de 360 Kg de cada caldera.

L'evacuació de les escòries es fa per mitjà d'un raig d'aigua a pressió que les envia a un dipòsit de decantació que les separa de l'aigua, que una bomba de 1.000 mc per hora porta altre cop a sota de les calderes. Les escòries es treuen del dipòsit amb una grúa de 30 tones per hora de rendiment i s'envien als vagons o a les vagonetes si s'utilitzen en una rajoleria annexa a la fàbrica.

*Producció d'energia elèctrica.*—A la secció antiga s'han instal·lat 8 grups turbo-alternadors de 12.000/15.000 Kw. que poden funcionar provisionalment a  $41 \frac{2}{3}$  períodes i 1.255 rev. tot esperant la unificació de la freqüència a 50 períodes en què funcionaran a 1.500 revolucions per minut. Les

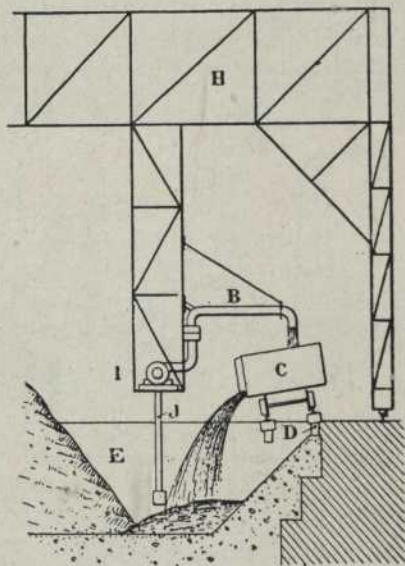


Fig. 8. Central de St. Ouen  
Instal·lació de buidament hidràulic suspesa a una grua mòbil.

turbines són alimentades a 13 at i estan acoblades directament als alternadors bifàsics de 12.300 volt i 12.000 Kw amb  $\cos. \varphi = 0,7$ . L'excitació és assegurada per una generatriu *shunt* a 220 volt muntada a l'extrem de l'arbre. El reglatge de la tensió a les bornes de l'alternador s'obté amb un reostat intercalat en el circuit inductor de l'excitatriu i accionat des del lloc central de maniobra. Un limitador de tensió automàtic Brown-Boveri impedeix que passi aquella de 15.000 volt en cas de descàrrega brusca de l'alternador. Una altra generatriu, al cap de l'arbre, alimenta a 220 volt dos motors situats a la sala de bombes que accionen, un d'ells, la bomba de circulació i l'altre les d'extracció d'aigua i d'aire muntades sobre el mateix ar-



bre. Els 8 grups han estat contruïts per diferents societats franceses.

A les noves intallacions hi ha 8 turbo-alternadors d'una potència individual de 30.000/35.000 Kw. amb  $\cos. \varphi = 0'8$  que poden girar a 1.255 revolucions per produir corrent a  $41 \frac{2}{3}$  períodes o a 1.500 rev. per produir-lo a 50, règim definitiu. Les turbines són alimentades per vapor a 16 at i els alternadors bifàssics, acoblats directament, produeixen corrent a 12.300 volt. L'excitació és igual que en els grups de la part antiga; però les bombes són accionades per una turbina que rep vapor de la principal.

*Taula de maniobra.*—La part corresponent a alta tensió comprèn dos jocs de barres generals i cinc disjuntors per màquina. Cada pont de feeder alimenta cinc sortides cada una de les quals té un disjuntor i tots cinc poden connectar-se a un joc de barres d'assaig per posar-los successivament sota tensió. A la secció nova les barres són seccionades per limitar a uns 100.000 Kw. (3 grups) la potència que alimenta cada part de la xarxa, circumscriuint, així, les repercussions dels incidents d'exploració a les diferents parts del sistema de distribució.

Un segon lloc de comanda centralitza els òrgans de comanda i control dels 8 grups de la secció nova i prop d'ell hi ha el de senyals on una taula lluminosa permet controlar a cada moment l'esquema de distribució.

#### CENTRAL D'YVRY

La central d'Yvry, de la Société Electricité de la Seine, filial de la Société d'Electricité de Paris, subministra energia a 10.500 volt. a les subestacions del Metropolità, però hi ha el projecte d'ampliar-la des de 60.000 Kw. que produeix actualment fins a 160.000, construint al mateix



Fig. 9. Vista general de la Central de d'Yvry.

temps una estació transformadora al costat per transformar el corrent a 60.000 volt. i establir interconnexió amb la central de Saint-Denis, de la societat principal.

*Carbó.*—Al costat del Sena hi ha una estacada de formigó armat de 240



metres de llarg per 15 d'ample i, a sota d'ella, un dipòsit del mateix material de  $100 \times 3 \times 3'80$  metres, d'una cabuda de 1.000 tones de combustible. Un transportador monoriell, d'un rendiment de 80 tones per hora, condueix el carbó (ajudat si és necessari per un altre birriell de 40 tones) al parc on poden emmagatzemar-se 11.500 tones de combustible, parcialment submergit en aigua, en un dipòsit de ciment armat de  $56 \times 32'5$ m, dividit en dos compartiments. Un pòrtic de 80 tones per hora de rendiment, transporta el carbó a altres 4 dipòsits de 40 tones de cabuda i d'aquí a un transportador on es barregen els carbons de diferent qualitat, i a un trencador de 80 tones per hora on es polvoritza o es redueix a trossos de 30 mm. D'a

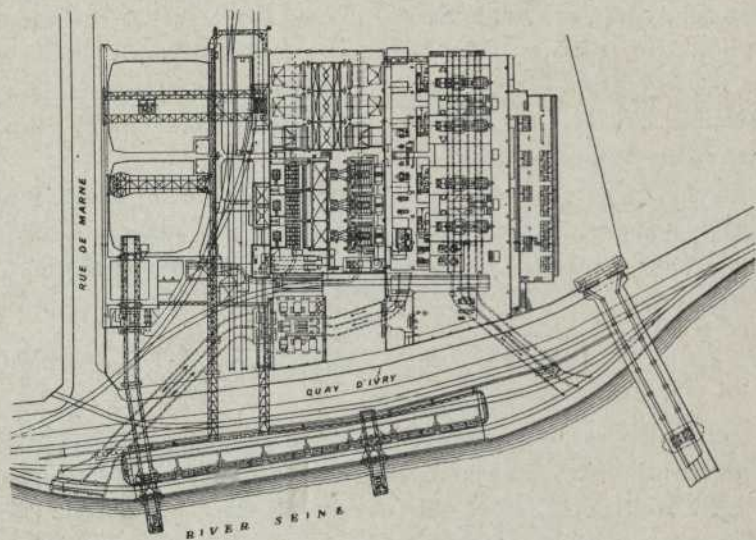


Fig. 10. Central d'Yvry. Plan general de conjunt.

quí passa a dos elevadors que el porten a la part superior de la sala de calderes d'on cau sobre dues corretges, accionades per motors de 11 HP, que el porten a les calderes.

El carbó, que arriba per terra per una derivació del F. C. d'Orleans, es porta a un dipòsit especial de 500 tones i d'aquí s'envia al parc o a les torres de barreja.

*Escòries.*—Les escòries es treuen pel sistema hidràulic descrit en tractar de Saint-Ouen, o recollint-les en vagonetes que passen per sota de les fogaines de les calderes. El parc de les escòries, d'una cabuda de 1.700 tones, està situat al costat del del carbó; i s'extreuen aquelles de la fàbrica en vagons o barques.



*Aigua.*—Procedeix de la condensació del vapor de les turbines, després de desgasada i recalentada; i per compensar les pèrdues es pren del Sena la necessària per dues galeries de secció ovoide de 4,75 m, aigua que passa

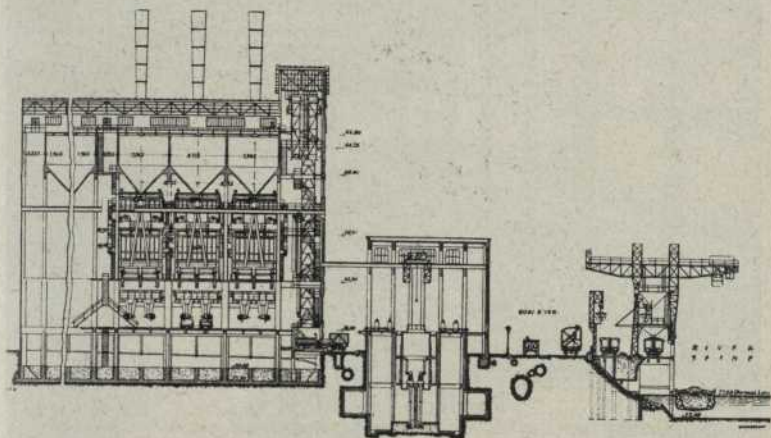


Fig. 11. Central d'Ivry  
Secció longitudinal de la sala de calderes, fogaines i de l'estacada.

per reixes de ferro, on deixa les impureses que té en suspensió, i després es depura i destilla.

*Producció de vapor.*—Les calderes són 6, d'engraellat mecànic i 2 de

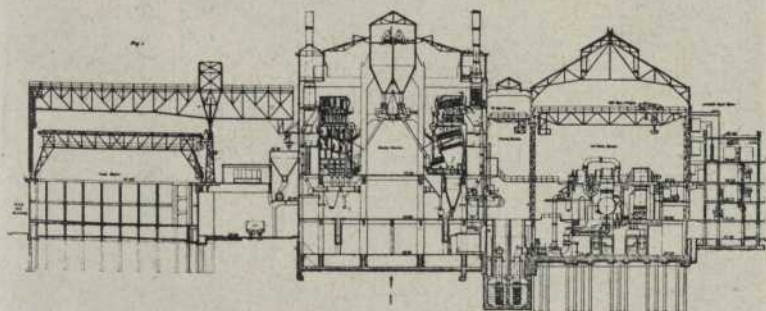


Fig. 12 Secció transversal de la central d'Ivry.

carbó polvoritzat, d'una producció horària de 19.000/27.000 i 28.000/38.000 Kg, de vapor a 22 at i 375° respectivament.

L'aire necessari per a la combustió és impulsat per un ventilador que en proporciona 18.000 Kg per hora a 150° i altres dos cada un dels quals té un rendiment de 45.000 Kg per hora. A cada caldera correspon una xemeneia metàl·lica amb ventilador sistema Prat.

*Producció d'energia elèctrica.*—A la sala de màquines hi ha 4 turbo-al-





Fig. 13. Central d'Ivry  
Vista interior de la sala de màquines.

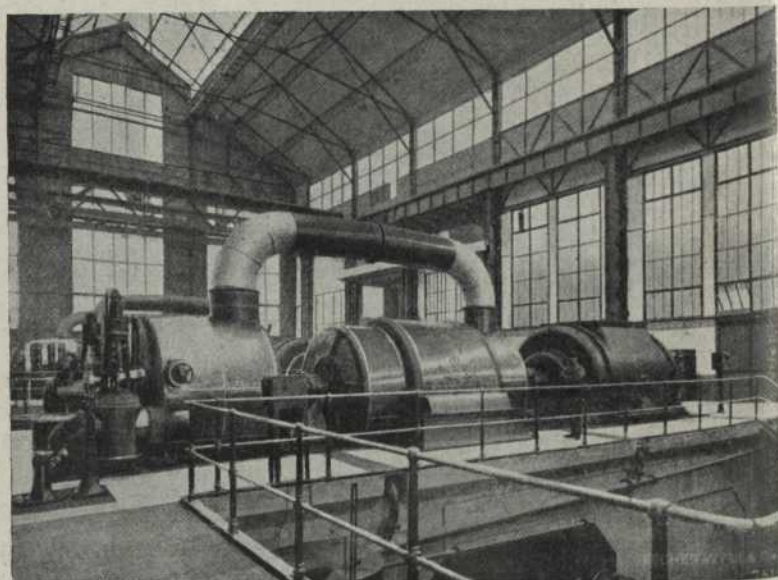


Fig. 14. Central d'Ivry  
Grups turboalteruadors de 15000 kw.

ternadors principals de 15.000 Kw que reben vapor a 18 at i 350°, giren a 3.000 revolucions per minut i produeixen corrent trifàssic a 10.500 volt i 50 períodes. Cada alternador té al cap de l'arbre una excitatriu de 75 HP a 240 volt. Per als serveis auxiliars hi ha dos turbo-alternadors que reben vapor de les mateixes característiques que les principals i produeixen corrent trifàssic a 250 volt i 50 períodes. La turbina gira a 6.900 rev. i l'alternador a 1.000. La potència normal és de 650 Kw. amb  $\cos. \varphi = 0'7$ .

*Taules de maniobra.*—Contenen l'aparellatge corresponent als 4 alternadors de 15.000 Kw i a dos grups de sortides de feeders (6 de 5.000 Kw a 10.500 volt cada un) i a 3 arribades de 15.000 Kw de la futura subcentral transformadora. Els alternadors poden alimentar dos jocs de barres generals, cada un dels quals correspon a un grup de 6 feeders de sortida en cable trifàssic a 10.000 volt, els transformadors de serveis auxiliars i un joc de barres d'assaig sobre el que van derivacions de cada un dels 12 feeders de sortida.

*Serveis auxiliars.*—L'energia necessària per a aquests serveis es distribueix en forma de corrent trifàssic a 220 volt, procedent d'un dels turbo-alternadors de 650 Kw; i, independentment, per dos transformadors trifàssics de 900 Kw amb els enrotllaments primaris units a les barres generals de 10.500 volt.

Un motor trifàssic de 70 HP està acoblat directament a una dinamo de 40 Kw que produeix corrent continu a 220 volts destinat a carregar una bateria d'acumuladors Tudor de 600 ampers-hora que alimenta els mecanismes de comanda dels interruptors i els circuits d'illuminació de socors. Un altre grup motor-dinamo de les mateixes característiques es té en reserva.

#### ALTRES CENTRALS

YSSY-LES-MOULINEAUX.—Aquesta central, de la C. P. D. E., coneguda per *Usine Sud-Ouest*, comprèn 4 turbo-alternadors de 12.000/15.000 Kw a 2.500/3.000 rev. i 2 de 30.000/35.000 Kw a 1.250/1.500 rev., alimentats per 10 calderes Babcock & Wilcox i 30 Delaunay-Belleville de les mateixes característiques que les de la secció antiga de Saint-Ouen.

A la secció nova d'aquesta fàbrica s'estan installant 6 calderes timbrades a 44 at d'una producció normal de 74 tones de vapor per hora, quantitat que pot forçar-se fins a 100 o 120. Aquestes calderes, escalfades amb carbó polvoritzat i proveïdes de recalentador d'aire fins a 250° i de l'aigua d'admissió fins a 170°, alimentaran un grup turbo-alternador de condensació de 30.000/35.000 Kw que rebrà vapor a 35 at. i funcionarà a 1.500 re-



volucions, i altres dos de contrapressió que reduiran la del vapor de 35 a 14 at per alimentar dues turbines antigues, la potència de les quals serà de 40.000 Kw. La potència total serà, doncs, de 175.000 Kw.

VITRY.—L'*Union d'Electricité* ha renovat quasi del tot aquesta central que disposa actualment de 4 calderes Ladd-Belleville que cremen carbó polvoritzat i tenen característiques molt semblants a les noves de Gennevilliers. La producció de corrent elèctric trifàssic a 50 períodes es fa en 5 grups turbo-alternadors de 15.000 Kw, en un de 10.000 i en un altre per a serveis auxiliars de 6.000 Kw.

La mateixa societat disposa, també, de dues petites centrals a Nanterre i a Moulinaux, de 22.000 Kw. cada una, destinades a proporcionar l'energia necessària als F. C. electrificats de l'Estat; i, a mitjans de 1928, començà la construcció d'una altra central, que es denominarà *Vitry-Sud* o *Vitry II*, la qual es confia que podrà subministrar 100.000 Kw durant l'hivern de 1930-31 i s'ampliarà en els següents fins a 400.000 Kw.

SAINT-DENIS.—Finalment, la *Société d'Electricité de Paris* té, a Saint-Denis, una central de 175.000 Kw que projecta ampliar amb turbo-alternadors de 75.000 HP i 3.000 rev. que admetin el vapor a 55 at i 450° en condicions normals i construïts de manera que més endavant pugui arribar-se a 70 at i 500° si es creu necessari.

JOSEP BORRELL I MACIA