

Extractes i traduccions

COMBUSTIBLES LIQUIDS A PARTIR DE L'HULLA

*Conferència donada en el Col·lège de France
(Laboratori del Prof. Ch. Moreu,) el 12 de Març 1928¹*

per M. R. CHAUX

Durant els vint anys darrers, el consum mundial de combustibles líquids ha experimentat un creixement considerable, paral·lel al desenvolupament de l'ús del motor de combustió interna. En canvi, durant el mateix període, la producció de petroli, principal matèria primera per a l'obtenció de combustibles líquids fins avui, ha progressat molt més lentament.

Amb l'aplicació cada dia més generalitzada dels mètodes de "cracking", el percentatge d'essència carburant de bona qualitat per als motors d'explosió rendit pel petroli, ha augmentat notablement; però aquesta solució, que satisfà encara actualment, no ho serà d'ací uns quants anys. En efecte, si extrapolem les dades actuals, hom constata que l'any 1940 la producció de petroli brut no serà prou per proporcionar l'essència necessària al consum mundial.

Els fets esmentats han menat, d'una banda, a emprar en els motors, altrament que els hidrocarburs, altres combustibles líquids—els alcohols, per exemple—; i d'altra, han esperonat la recerca de mètodes sintètics per a la producció d'aquestes matèries. Hom ha estat, així, lògicament portat a estudiar, en vista a la síntesi, la utilització d'un producte natural ric en carboni i que es troba, a més, molt estès: l'hulla, interpretant aquest terme en la seva significació més àmplia, la de carbó fòssil.

Des del punt de vista de la seva estructura química, l'hulla és un conglomerat extremament complex, els constituents del qual, malgrat els nombrosos estudis efectuats fins avui, no han pogut ésser determinats fixament. Amb tot, un conjunt d'observacions ens duu a pensar que els seus constituents més importants deriven de la lignina i de les resines dels vegetals que li han llegat llur pròpia estructura, benzènica o cíclica saturada.

Considerant, doncs, aquesta constitució—valoritzada, encara, pels treballs de FISCHER I MAILLARD—hom concep, evidentment, que podrem derivar de l'hulla, a l'ensiem que una notable varietat de compostos orgànics, originats per la desagregació de la seva arquitectura molecular, els elements carboni i hidrogen a l'estat lliure o sota forma de combinacions senzilles que hom podrà extreure per gasificació.

Ací examinarem, successivament, la hidrogenació de l'hulla, la destil·lació seca, la gasificació i les síntesis a partir de l'òxid de carboni.

¹ *Bulletin de la Société Chimique de France*, 4.^a sèrie, vol. XLIII-XLIV.

I. Hidrogenació de l'hulla

Mètode de BERTHELOT

En 1870, BERTHELOT descriví un mètode universal d'hidrogenació dels compostos orgànics per l'hidrogen naixent, que obtenia mitjançant la dissociació de l'àcid iodhídric: $2\text{HI} \rightleftharpoons \text{H}_2 + \text{I}_2$. Per a això, s'escalfava a 270° una part d'hulla polvoritzada amb 100 parts d'una solució aquosa concentrada d'HI ($d=2$) en un tub clos a la làmpada; per aquest procediment transformà els $2/3$ d'hulla en una barreja d'hidrocarburs líquids, saturats en llur majoria. Emprant la seva mateixa expressió, "l'hulla és, així, canviada en oli de petroli".

Mètode de BERGIUS

El mètode d'hidrogenació de BERTHELOT, de gran valor en el laboratori, no rebé cap aplicació pràctica, per seqüència de l'alt preu de l'agent hidrogenant, i perquè hom no preveia, encara, la mancança del petroli. Fou l'any 1913 que BERGIUS cospà el primer, l'interès de recercar l'aplicació pràctica esmentada.

L'objecte primitiu de les seves recerques fou millorar el rendiment del "cracking" dels hidrocarburs pesants; el realitzà efectuant, simultàniament, una hidrogenació per l'hidrogen molecular sota alta pressió; i tot seguit estengué el seu mètode a les matèries de carbonització natural o artificial, i, especialment, a l'hulla, la qual transformà, d'aquesta guisa, en hidrocarburs líquids. El mètode de BERGIUS ha menat a importants resultats pràctics. Heus ací un resum de la seva tècnica:

En un autoclau giratori de 3'5 mc proveït d'un dispositiu que permet una alimentació i una extracció contínues, és tractada una pasta formada per una barreja d'hulla polvoritzada i oli de quitrà, a la qual s'addiciona una determinada quantitat d'òxid de ferro que té per objecte fixar els compostos sulfurats que exercirien una acció polimeritzant; l'hidrogen (5 % del pes de l'hulla) es introduït sota una pressió inicial de 100 atmosferes. La temperatura de reacció és de $400-450^\circ$. La reacció pot tenir lloc en absència de tota acció catalítica. L'hulla tractada—l'origen de la qual és indiferent, a condició que el seu contingut de carboni sigui inferior al 85 %—és transformada en la proporció de 40 a 50 % (70 % en alguns casos favorables) en productes líquids, constituïts, en llur major part, per hidrocarburs cíclics i fenols. A l'ensens, hi ha, també, producció de gasos saturats: metan, etan i homòlegs; aquests gasos, tractats a alta temperatura per vapor d'aigua, proporcionen, seguint una reacció que analitzarem més endavant, l'hidrogen necessari a aquestes operacions.

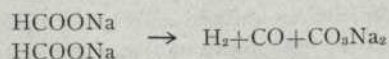
Segons BERGIUS, una tona d'hulla amb 25 % de matèries volàtils ha produït 435 kg d'oli, 210 kg de gas, 75 kg d'aigua, 5 kg d'amoníac, i 350 kg d'oli i matèries carbonades residuàries, de les quals s'han pogut extreure, encara, 80 kg d'oli; el refinatge ha donat: 150 kg de "benzina" (p. eb. $20-230^\circ$), 200 kg d'olis d'impregnació, 60 kg d'olis d'untatge i 80 kg d'oli per a calefacció.

A Alemanya funcionarà, molt aviat, una instal·lació industrial d'aquest procediment.

Treballs de FISCHER i col·laboradors

Esperonats per les investigacions de BERGIUS i amb el propòsit de millorar els

rendiments, aquests autors substituïren l'hidrogen molecular per l'hidrogen naixent, aquest element era obtingut sota pressió, en presència del carbó a hidrogenar, seguint dues reaccions diferents: la descomposició del formiat de sodi a 400°,



i l'acció del vapor d'aigua sobre l'òxid de carboni, també a 400°, en presència de ferro:



L'acció de l'hidrogen naixent no ha rebut, però, cap aplicació industrial.

Treballs de KLING i FLORENTIN

Els treballs de A. KLING i D. FLORENTIN han aportat interessants precisions a la coneixença del procés químic de la berginització. Sotmetent diversos compostos orgànics, de síntesi o naturals, a temperatures progressivament creixents, sota pressió d'hidrogen del mateix ordre que la requerida per la berginització, constataren que per a tota molècula orgànica existeix un "llindar de temperatura" a partir del qual comencen els fenòmens de dissociació, el resultat dels quals "és l'enfonsament de l'arquitectura d'aquesta molècula"; aquest "llindar de temperatura" correspon, precisament, al nivell tèrmic per al qual la hidrogenació, per l'hidrogen molecular, dels radicals eixits d'aquesta dissociació, és possible. Aquesta hidrogenació instantània permet, a més, d'evitar les resinificacions que originaria la polimerització de molècules no saturades. La Taula I dóna alguns llindars de temperatura d'hidrogenació determinats per KLING i FLORENTIN.

TAULA I

Alcohol butílic terciari	250°	Naftalèn	500°
Alcohol butílic secundari	380°	Antracèn	475°
Oli de colza	430-440°	Colofònia	460°
Oli de peix	410°	Cautxú	350-360°
Hidrocarburs parafínics	410-440°		

Tal com hem remarcat abans, la hidrogenació sota pressió no requereix la presència de cap catalitzador hidrogenant. Però considerant que la berginització és el resultat de la coexistència de dues menes de reaccions—reaccions de dissociació i reaccions d'hidrogenació—KLING i FLORENTIN han pensat que aquesta operació havia d'ésser afavorida per l'ús de catalitzadors. Efectivament, aquests autors han constatat que el llindar de temperatura de reacció era abaixat per la intervenció de catalitzadors susceptibles de provocar, adés reaccions internes (catalitzadors deshidratants, com Al_2O_3), adés la formació de compostos intermediaris d'addició o de substitució menys estables que el compost inicial (Cl_2Al , Cl_2Fe , etc.).

II. Destil·lació seca de l'hulla

La destil·lació seca de l'hulla, practicada des de 1786, consisteix a portar aquesta matèria a una temperatura elevada, en una retorta a l'abric de l'aire; en aquestes condicions hi ha producció d'una quantitat abundant de productes gaseosos, d'una proporció variable de quitrà de composició complexa i d'un residu carbonat d'estructura física ben particular: el coc.

Tres finalitats diferents són perseguides en la destil·lació de l'hulla: I) la producció de gas (utilitzat per a la il·luminació i la calefacció), els subproductes de la qual són el coc i el quitrà. II) la fabricació de coc metallúrgic; aquesta indústria està centralitzada en les regions d'extracció de l'hulla, i obté el gas i el quitrà com a subproductes. III) la transformació de carbons de poca valor en semi-coc, producte de més alta valor com a combustible, i en quitrans, per carbonització a baixa temperatura.

Del punt de vista de la producció de combustibles líquids considerarem: A) la utilització dels gasos de forns de coc; B) el tractament dels quitrans d'hulla.

A) Utilització dels gasos de forns de coc.

La composició dels gasos dels forns de coc és molt variable; oscil·la, però, entre certs límits, al voltant de la que assenyalam a continuació:

	Contingut per %	Punt d'ebullició	
En total 270 mc	H ₂	53	-252°
	C ₂ H ₄ (i homòlegs)	30	-164°
	CO	6	-190°
	C ₂ H ₂ (i homòlegs)	30	-164°
	N ₂	5'5	-196°
	O ₂	1	-182°
	CO ₂	3	—

Els progressos assolits en la tècnica de la líquefacció industrial dels gasos, deguts, sobretot, a G. CLAUDE, han fet possible l'extracció per destil·lació fraccionada de la major part dels constituents d'aquesta barreja gaseosa.

Vegem, ara, l'aplicació d'aquests diversos elements:

Hidrogen i òxid de carboni

Tal com hem vist, l'hidrogen ocupa un lloc molt important en la síntesi dels combustibles líquids, sobre del qual insistirem més endavant.

A part d'aquesta utilització, per tal de donar sortida a l'hidrogen, moltes coqueïes s'han adjuntat fàbriques d'amoníac que treballen pel procediment CLAUDE. La síntesi de l'amoníac dóna, com a subproducte, alcohol metílic, el qual s'obté per catalisi hidrogenant, sota pressió de 800 a 900 kg, de l'òxid de carboni, cos que surt barrejat amb l'hidrogen en la destil·lació fraccionada i que cal eliminar, abans de fer intervenir l'hidrogen en la síntesi de l'amoníac.

Metan

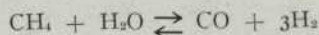
Aquest hidrocarbur, que en la destil·lació de l'hulla segueix en importància a l'hidrogen, ha estat fins ara aplicat gairebé exclusivament en la il·luminació i calefacció. Hom es preocupa, però, en l'actualitat, d'emprar-lo per a l'alimentació dels motors d'explosió i, notablement, com a primera matèria per a l'obtenció de combustibles líquids.

L'acció del calor dissocia el metan; a 1200° la dissociació és gairebé completa i des d'aquest punt de vista hom pot considerar-lo com a una font d'hidrogen.

Sota l'acció del clor, dona el metan diversos derivats clorats—CH₃Cl, CH₂Cl₂, CHCl₃ i CCl₄—, dels quals, el clorur de metil pot ésser transformat en alcohol metílic mitjançant l'acció d'alcalis. Aquest procediment ha perdut, però, interès d'ençà que s'obté l'alcohol metílic per hidrogenació de l'òxid de carboni.

Hom ha tractat, així mateix, de derivar l'alcohol metílic o altres hidrocarburs no saturats del metan, per oxidació; però aquesta síntesi, tot i el seu interès no ha sortit, encara, dels límits del laboratori.

Finalment, l'acció del vapor d'aigua a alta temperatura, en presència de níquel o cobalt:



D'aquesta reacció i d'altres de semblants estudiades per NEUMANN i JACOB, es posa de manifest que el metan pot constituir una deu de CO i H₂.

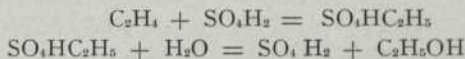
BERGIUS n'ha fet la base del seu procediment de preparació de l'hidrogen.

Etilèn

El caràcter no saturat de la molècula d'etilèn li confereix una gran activitat química. En el sector que ens ocupa, són, principalment, interessants les reaccions d'hidratació que porten a l'alcohol etílic.

Diversos investigadors han assenyalat, també, la polimerització de l'etilèn, a pressió i temperatura, per a l'obtenció d'hidrocarburs líquids; però cap dels procediments proposats ha estat realitzat industrialment.

a) La preparació d'alcohol etílic per hidratació de l'etilèn sembla que fou efectuada, per primera vegada, per BERTHELOT, segons el procés següent:



La producció industrial de l'alcohol etílic no rebé, però, un decisiu progrés fins que hom emprà com a matèria prima un gas ric en etilèn (20 a 50 per cent de C₂H₄) extret dels gasos dels forns de coc per mitjà de la líquefacció i de la destil·lació fraccionada.

Un estudi ha demostrat que l'absorció de l'etilèn pur o de gasos rics en etilèn per l'àcid sulfúric, té lloc fàcilment quan s'opera en bones condicions de contacte i es manté el bany sulfúric a una proporció òptima de concentració en sulfat àcid d'etil. La practicació d'un cicle enginyós de transformacions ha permès de realitzar industrialment aquesta operació; els gasos que contenen 20 a 30 per cent d'etilèn són absorbits, sota pressió ordinària (o sota pressió més elevada) per una solució sulfúrica de sulfat àcid d'etil, a una temperatura de 70°; el sulfat àcid d'etil és tractat d'una manera contínua en una columna de destil·lació amb plats, en la qual circu-

la a contra corrent vapor d'aigua (i eventualment, amoníac); les calories desenrotllades per la hidratació de l'àcid sulfúric i la formació de sulfat d'amoníac, són integralment utilitzades per a la destil·lació de l'alcohol format.

B) Tractament del quitrà d'hulla

La composició química del quitrà d'hulla varia seguint la seva forma d'obtenció, és a dir seguint el tractament tèrmic a què ha estat sotmesa l'hulla que l'ha originat.

Hom distingeix els quitrans de carbonització a alta temperatura (1000°) i els quitrans de carbonització a baixa temperatura (400 — 700°).

Composició dels quitrans d'alta temperatura

La carbonització a alta temperatura és efectuada en vistes a la producció de gas d'il·luminació i de coc metallúrgic. El quitrà obtingut és un líquid negre, espès, la densitat del qual és compresa entre 1,1 i 1,3; el seu fraccionament produeix:

1° Fins a 170°: Oli lleuger (benzols: benzèn, toluèn, xilèn...)	1 a 3 %
2° De 170° a 230° Oli mitjà (fenols i naftalèn)	6 a 10 %
3° De 230° a 270°: Oli pesant (fenols i naftalèn; pot ésser emprat directament per a l'alimentació dels motors Diesel)	8 a 12 %
4° A més de 270°: Oli d'antracèn (antracèn, naftalèn, acetanaftèn, fenantrèn, difenil, pirrèn, fluorèn, etc.)	18 a 25 %
5° Residu: Brea	50 a 60 %

Composició de quitrans primaris o de baixa temperatura

La carbonització a baixa temperatura (400-700°) produeix un quitrà especial i un semi-coc capaç de substituir l'antracita. L'interès d'aquesta manera operatòria resideix, d'una banda, en la plus vàlua que adquireixen els carbons de qualitat inferior per seqüència de llur transformació en semi-coc, el qual té una valor veïna a la de l'antracita, i d'altra banda, en la producció abundant d'un quitrà, dit quitrà primari o de baixa temperatura, la proporció del qual pot assolir i, de vegades, depassar el 10 per cent del pes de l'hulla. Aquest quitrà és constituït, principalment, per carbons alifàtics saturats o no saturats (que van de C₄ a C₃₀) i per compostos fenòlics (la proporció dels quals pot assolir 50 per cent) altres que el fenol ordinari, que és enterament absent. L'absència quasi total de carburs aromàtics (benzèn, toluèn, etc.) i de naftalèn és, així mateix, una característica d'aquests quitrans; la presència dels cossos esmentats en els quitrans d'alta temperatura fóra deguda a una pirogenació dels quitrans primaris. La carbonització a baixa temperatura sembla que escau, principalment, als lignits.

La destil·lació en el buit a temperatures inferiors a 450° fou aplicada, per primera vegada, a l'hulla per PICTET i BOUVIER. Millor, encara, que la carbonització a baixa temperatura, la destil·lació al buit permet d'isolar les substàncies preexistents en l'hulla o formades a temperatures inferiors a 450°.

Tractament de diversos quitrans

Quin partit és pot treure de les diverses menes de quitrans, amb mires a la producció de combustibles líquids? Alguns constituents poden ésser emprats com a carburants, després de rectificats i purificats—tals són els benzols i els solvent-nafta utilitzables en els motors d'explosió, així com les hules pesants aplicables als motors de tipus Diesel—; els altres, per devenir utilitzables, cal que siguin transformats en líquids de punt d'ebullició menys enlairat.

El "cracking" dels hidrocarburs dels quitrans primaris de lignits donarà olis lleugers utilitzables com a carburants, quan el problema de llur desulfuració industrial haurà estat resolt.

El naftalèn dona per hidrogenació la tetralina,—que és una barreja de tetrahidrur i de decahidrur de naftalèn—, amb un punt d'ebullició que va de 150° a 206°; l'antracèn, segons KLING i FLORENTIN, tractat per l'hidrogen sota pressió, porta a una barreja d'hidrurs d'antracèn i d'hidrocarburs aromàtics; dels fenols dels quitrans primaris hom pot derivar hidrocarburs benzènics per l'acció de l'hidrogen; finalment, els olis pesants i la brea, sotmesos a la berginització, amb o sense catalitzadors, poden furnir hidrocarburs de punt d'ebullició relativament poc elevats, utilitzables com a carburants.

II. Síntesis a partir de l'òxid de carboni

Es sap que fent passar vapor d'aigua sobre carboni escalfat al roig, aquell és reduït, amb formació, a 400°, d'hidrogen i de gas carbònic; si la temperatura passa dels 900° s'obté hidrogen i òxid de carboni. En la pràctica únicament pot obtenir-se la segona reacció; la barreja d'hidrogen i d'òxid de carboni (que conté, demés, petites proporcions de CO_2 , CH_4 , N , SH_2) obtinguda industrialment fent passar vapor d'aigua sobre un coc escalfat a 1000°, constitueix el gas d'aigua.

Si hom parteix, com a matèria primera, d'un carbó bituminós, la seva gasificació completa es pot obtenir per dos mètodes diferents. El primer consisteix a efectuar la destil·lació i la gasificació del residu sòlid d'aquesta, gairebé simultàniament, en un mateix aparell, de forma que els gasos de destil·lació i el gas d'aigua surtin barrejats; per aquest mètode, 650 a 750 kg de carbó brut produeixen 1000 mc de mescla gaseosa (50 % H , 30 % CO , 3 % CO_2 , 6 a 7 % CH_4 , 8 a 10 % N). En el segon mètode, el carbó és destil·lat prèviament en aparells especials i el residu sòlid d'aquesta destil·lació és tractat amb mires a la preparació de gas d'aigua en aparells diferents: en aquestes condicions, s'admet que una tona d'hulla destil·lada a alta temperatura produeix 750 kg de coc, amb l'ajuda del qual es poden obtenir 1150 mc de gas d'aigua (50 % H , 40 % CO , 5 % CO_2 , 5 % N): Per a la utilització especial dels gasos, amb mires a la síntesi, sembla preferible el segon mètode.

Hem vist ja precedentment que el metan tractat pel vapor d'aigua a alta temperatura pot, igualment, donar una barreja d'òxid de carboni i d'hidrogen.

A partir de l'òxid de carboni i de l'hidrogen són possibles, teòricament, un bell nombre de reaccions com ha demostrat C. MARTIGNON. La Taula II resumeix les que han estat portades a la pràctica.

Aquesta via fou fressada, en el seu inici—1902—pels treballs de SABATIER i SENDERENS, els quals en vistes a la producció de formaldehid i d'alcohol metílic, efectuaren la reducció de l'òxid de carboni per l'hidrogen en presència de níquel o de co-

(Taula II)

	Reaccions	Temperatura	Pressió	Catalitzador
(I)	$\text{CO} + 3\text{H}_2 = \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$	230-250°	Ordinària	Ni, Co
(II)	$n\text{CO} + (2n+1)\text{H}_2 = \text{C}_n\text{H}_{2n+2} + n\text{H}_2\text{O}$	< 300°	Ordinària	Fe (o Co) + Cu (ZnO o Cr ₂ O ₃)
(III)	$2\text{CO} + 2\text{H}_2 = \text{CH}_4 + \text{CO}_2$	400-430°	2 a 100 atmosferes	Fe, etc.
(IV)	$2n\text{CO} + (n+1)\text{H}_2 = \text{C}_n\text{H}_{2n+2} + n\text{CO}^2$	360-420°	120 atmosferes	[SO ₄ , Zn + CO ₃ , K ₂], etc.
(V)	$\text{CO} + 2\text{H}_2 = \text{CH}_3\text{OH}$	300-400	150-250 atmosferes	Oxids no reductibles + metall amb exclusió dels metalls del grup del ferro
(VI)	$\text{CO} + \text{H}_2 = \text{H}_2\text{CO}$ $2\text{H}_2\text{CO} = \text{CH}_3\text{OH} + \text{CO}$	220-300	200 atmosferes	Sub-òxids; U ₂ , C ₃ , CrO, etc.
(VII)	$\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH} + \text{CO} + 2\text{H}_2 = \text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{CH}_2\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$			
(VIII)	$3\text{CO} + 2\text{H}_2 = \text{CH}_3\text{COCH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$	400-450	150 atmósferes	Fe + àlcali
(IX)	$2\text{CC} + 2\text{H}_2 = \text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$			
(X)	$\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{CO}_2\text{H} + \text{CO} + 2\text{H}_2 = \text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H} + \text{H}_2\text{O}$			

balt reduïts; contràriament al que esperaven, obtingueren una transformació quantitativa en metan (reacció D). L'interval de temperatura òptim fou 230-250°.

A aquests treballs seguien els d'ORLOF en 1909; de VIGNON, en 1911; d'HOOPER, DORCAS, LANGLEY i MICKELSON en 1927, pels quals s'ha arribat al metan i a l'etilè partint, també, de l'òxid de carboni.

En 1913-1914, la "Badische Anilin und Soda Fabrik" prengué patents, per les quals reivindica la producció d'hidrocarburs líquids per tractament d'una barreja que, aproximadament, correspon a 2 molècules de CO per 1 d'H₂, sota 120 atmosferes, a 360-420°, en presència d'un catalitzador tal com el sulfat de zinc addicionat de carbonat de potassi, o diversos òxids metàl·lics addicionats d'un àlcali.

La reacció prèdominant posada en pràctica era la reacció IV; però, segons F. FISCHER, el procediment no fou aplicat "perquè no hauria conduït a cap cos definitiu que pogués ésser químicament explotat".

Síntesis de l'alcohol metílic i dels seus homòlegs

En 1921, G. PATARD patentà un procediment d'obtenció de l'alcohol metílic basat sobre la combinació d'una molècula de CO amb dues molècules de H₂ (reacció V) sota l'efecte d'una pressió de 5 a 300 kg, d'una temperatura de 300 a 600° i d'un catalitzador constituït per "metalls (llurs òxids o llurs sals) coneguts com a agents catalítics de les hidrogenacions o de les oxidacions". En 1924, precisà que s'obtenia alcohol metílic sensiblement pur sotmetent una barreja d'un vol. CO i de 1,5 a 2 vol. H₂ a una pressió de 150-250 atmosferes i una temperatura de 400-420°, en presència d'òxid de zinc o altres catalitzadors.

En 1925, el mateix autor ha indicat que els homòlegs superiors de l'alcohol metílic poden ésser obtinguts, al costat d'altres productes oxigenats, pel mètode precedent, prolongant el contacte dels gasos i dels productes de la reacció amb el catalitzador (reacció VIII); la massa catalítica més favorable per a aquesta reacció, és constituïda per una barreja de cromats, manganats, molibdats, tungstats, uranats, vanadats d'òxids de metalls alcalins o alcalino-terris, "composada de tal manera que la proporció d'àtoms de metalls alcalins per relació al nombre total d'àtoms de metalls sigui al menys, 1/2".

En 1923, la "Badische Anilin und Soda Fabrik", havia utilitzat, industrialment, un procediment de fabricació de l'alcohol metílic basat, com el procediment de G. PATARD, sobre la combinació d'una molècula de CO amb 2 de H₂ sota l'efecte d'una pressió i d'una temperatura elevades; aquest mètode es caracteritzava per una purificació especial dels gasos de reacció (eliminació dels compostos sulfurats i del ferro-carbonil) i per l'ús d'agents catalítics, constituïts per barreges d'òxids no reductibles i d'un metall, amb exclusió dels metalls del grup del ferro (níquel, cobalt, etc.).

En 1925, E. AUDIVERT assenyalà la notable activitat catalítica, vis a vis de la reducció de l'òxid de carboni en alcohol metílic, dels sub-òxids de metalls polivalents; aquests cossos són òxids inestables a l'aire, corresponents a valències inferiors, tals com: V₂O, VO, CrO, MoO, TuO, U₂O₃, Pb₂O, BiO, etc. Hom els prepara en el mateix tub on té lloc la catàlisi, per reducció dels òxids més oxigenats estables, per mitjà de l'hidrogen en presència d'un catalitzador hidrogenant, tal com el coure (l'hidrogen sol, no tindria cap acció).

Taula II

Composició del syntol

Alcohol metílic	Aldehid propiònic	Acetona	Acid fòrmic
Alcohol etílic	Aldehid isobutíric	Metil-etil-cetona	Acid acètic
Alcohol propílic		Dietilcetona	Acid propiònic
			Acid isobutíric
Alcohols elevats fins a C ⁶		Metil-propil-cetona	Acids fins a C ₆ Èters-sals

La síntesi de l'alcohol metílic a partir de l'òxid de carboni és, avui dia, industrial; en canvi, per als homòlegs de l'alcohol metílic, hom no ha descobert, encara, un catalitzador selectiu que permeti llur síntesi a l'estat pur.

Syntol.—En 1923, FISCHER i TROPSCH, en llurs treballs per a la producció de combustibles líquids, sotmeteren una barreja sensiblement equimolecular de CO i H₂, a una pressió de 150 atmosferes, a una temperatura de 400-450°, en presència de lli-malla de ferro (i després de Ni i de Co) impregnada de carbonat de potassi.

Els autors pensaven preparar, així, com la "Badische Anilin und Soda Fabrik", un producte força ric en hidrocarburs; en realitat, obtingueren una barreja molt complexa de compostos oxigenats a la qual donaren el nom de *syntol*. El fet que la "Badische Anilin und Soda Fabrik", operant amb un excés d'òxid de carboni, hagi obtingut hidrocarburs, pot semblar, a primera vista, paradoxal; això s'explica si hom considera que l'òxid de carboni és un reductor enèrgic, no solament de l'aigua, sinó, també, dels compostos oxhidrilats en general, a temperatures relativament poc elevades. La taula III dona un resum de la varietat dels cossos identificats en el *syntol*.

Segons FISCHER i TROPSCH, el procés químic de la producció de *syntol* té lloc com segueix:

Primera fase: Formació de formaldehid, $\text{CO} + \text{H}_2 = \text{H}_2\text{CO}$.

Segona fase: Descomposició del formaldehid, $2\text{H}_2\text{CO} = \text{CH}_2\text{OH} + \text{CO}$ (reacció realitzada, experimentalment, pels autors).

Tercera fase: Reaccions de l'alcohol metílic amb l'òxid de carboni, sota la influència del catalitzador alcalí (reaccions VII a X de la taula VII).

Cap aplicació industrial no ha estat feta d'aquest procediment.

Síntesi d'hidrocarburs líquids.—En 1926, FISCHER i TROPSCH, han realitzat la síntesi dels hidrocarburs de petroli parafínic, hidrogenant l'òxid de carboni a pressió ordinària, en un interval de temperatura bastant restringit (sota de 300°) en presèn-

cia d'una massa catalítica constituïda per ferro o cobalt barrejat amb coure o amb òxids no reductibles, notablement ZnO i Cr_2O_3 . La reacció produeix: hidrocarburs gaseosos saturats, (metan, etan, propan, butan: barreja dita "gasol"); hidrocarburs líquids alifàtics, saturats i no saturats (amb punt d'ebullició comprès entre 20 a 330°); parafines sòlides; una molt feble proporció de compostos oxigenats (aldehid, acetona).

El rendiment és de 190 gr d'hidrocarburs líquids per 1 mc de barreja gaseosa tractada (1 vol. CO + 2 vol. H_2).

L'enllestiment complet del procediment, no sembla encara realitzat.

Purificació dels gasos de síntesi.—Les barreges gaseoses industrials contenen, a més de l'òxid de carboni i de l'hidrogen, altres gasos, principalment metan, nitrogen i anhídrid carbònic; els dos primers són gasos inerts en les condicions operatòries generalment adoptades i actuen, solament, com a diluents. El gas carbònic, en canvi, és susceptible d'intervenir en les reaccions, molt probablement a causa de la seva transformació en òxid de carboni: $CO_2 + H_2 = CO + H_2O$. En fi, els gasos industrials són, sempre, més o menys impurificats per productes sulfurats que cal eliminar. Nombrosos procediments han estat proposats amb aquesta finalitat.

Conclusió

El problema de la síntesi de combustibles líquids pot ésser considerat com a resolt, des del punt de vista tècnic. Posar en pràctica els diversos procediments exposats suara, depèn, solament, de condicions econòmiques.

La berginització de les matèries carbonades és, a l'hora actual, realitzada industrialment a Alemanya.

La utilització racional dels gasos de forns de coc pot, des d'ara, procurar un complement en carburants líquids. L'etilèn és, avui, transformat industrialment en alcohol etílic; la seva pòlimerització en hidrocarburs líquids, per bé que reivindicada per diverses patents franceses o alemanyes, no sembla, encara, haver estat practicada en la indústria. L'òxid de carboni és transformat en alcohol metílic. El metan serà, probablement, utilitzat, adés directament a l'estat comprimit, adés com a deu d'òxid de carboni i d'hidrogen.

Entre els subproductes de quitrà d'hulla susceptibles d'ésser transformats en combustibles líquids, solament el naftalèn és, en l'actualitat, tractat industrialment (tetralina). La carbonització a baixa temperatura dels lignits, acompanyada de la valorització dels quitrans primaris, és susceptible d'un important desenvolupament. En aquest aspecte, el procediment d'hidrogenació de KLING i FLORENTIN rebrà, segurament, interessants aplicacions.

Entre totes les síntesis efectuades per reducció de l'òxid de carboni, una sola és avui explotada: la de l'alcohol metílic, posada en pràctica a Alemanya, des de 1923 i, més recentment, a França. La fabricació de barreges olioses anàlogues al *syntol*, sembla que no ha estat seguida industrialment. En quant a la síntesi del petroli, sembla, segons FISCHER i TROPSCH, que està, encara, en un període de prova.

En el gràfic IV hem reunit els rendiments que hom pot obtenir en la transformació de l'hulla en combustibles líquids, seguint els més importants dels mètodes que hem esmentat. (Fem, no obstant, abstracció del tractament dels quitrans primaris, sobre del qual no posseïm, encara, dades precises.)

Hom veu que la berginització per un costat i les síntesis a partir de l'òxid de

Taula IV

1 tona d'hulla	Bergius	}	150 kg. de carburant per a motor (punt d'ebullició 20-230°)
			200 kg. d'olis per a Diesel i impregnació
	PATART		80 kg. d'oli de calefacció
	Badische Anilin und Soda Fabrick etc.		60 kg. d'oli d'untatge
	Ficher i Tropsch		400 a 500 kg. d'alcohol metilic
	Recuperació dels gasos de coquitació		200 a 220 kg. d'hidrocarburs líquids
		}	5 a 10 kg. de benzol
			5 kg. d'alcohol etilic
			5 a 7 kg. d'alcohol metilic

carboni per altra banda, constitueixen els únics procediments susceptibles de produir, en forta quantitat, combustibles líquids. Els procediments basats en la recuperació dels productes de destil·lació seca de la hulla donen un rendiment molt feble. No obstant, aquests darrers, pel fet d'emprar sub-productes de poca valor, són pràcticament realitzables actualment, mentre que els primers seran, potser, destorbats en llur desenvolupament per les condicions econòmiques actuals que regulen la proporció entre el preu dels combustibles líquids naturals i el dels combustibles sòlids que utilitzen aquest procediments com a matèria prima.

La valor relativa, com a carburants, dels productes sintètics (hidrocarburs, alcohols) ha estat objecte d'un gran nombre d'estudis, executats sobretot a França sota els auspicis de l'"Office National des Combustibles liquides".

Els hidrocarburs tenen una valor calorífica més forta que els alcohols; però presenten una tendència a produir el fenomen conegut sota el nom de "xoc", tendència que és tant més manifesta com més autoxidables són; els alcohols, al contrari, suporten, sense donar el "xoc", compressions elevades, l'ús de les quals permet d'engrandir el rendiment del motor.

Hom no pot predir, encara, quina mena de síntesi adoptarà la indústria quan la producció intensiva de carburants de síntesi esdevindrà una necessitat¹. De totes maneres, hom entreveu les conseqüències econòmiques que resultaran de l'aplicació dels procediments de síntesi de carburants a partir de l'hulla. Atès que, actualment, una sola potència, els Estats Units, monopolitza les tres quartes parts de la producció mundial de petroli, el repartiment de mines d'hulla entre un gran nombre de nacions, conduirà a un reagrupament en l'ordre de supremàcia de les potències productores de combustibles líquids.

És, per tant, la transformació de la hulla en combustibles líquids, un dels més greus problemes de l'hora actual.

¹ Per produir la quantitat de combustibles líquids necessaris al consum francès recorrent a una de les síntesis a partir de l'òxid de carboni descrites més amunt, caldria tractar, anyalment, de 4 a 5 milions de tones d'hulla. La valor del carburant així obtingut fóra de 8 a 10 vegades més elevada que la del producte de partença.

Una nova radiació o el dit "efecte Raman"¹

En març de l'any en curs, el senyor C. V. RAMAN donà una conferència a l'Associació de Ciències de Bangarole (Índia Meridional), durant la qual parlà d'una nova radiació, que no ha rebut, encara, denominació particular, i els trets principals de la qual esplanem a continuació.

Hom pot rendir luminescents els àtoms i les molècules, adés escalfant-los, adés per bombardeig mitjançant un corrent d'electrons. La radiació així provocada rep el nom de *primària*. Així mateix, les substàncies sotmeses a la influència d'una forta il·luminació, emeten radiacions dites *secundàries*. La llum emesa per les matèries fluorescentes és d'aquesta mena. En la mateixa categoria cal plaçar, segons l'autor, la llum dispersada que dóna el color blau al cel i al profund oceà i causa l'efecte opalescent en les grans masses de gel clar. Aquest fenomen de difusió es presenta en els sòlids, en els líquids i en els gasos.

Durant els darrers set anys, hom ha fet molta feina al laboratori del Prof. RAMAN, a Calcuta, sobre la dispersió de la llum pels medis transparents². Ell diu:

"Una important conseqüència de les nostres recerques ha estat la constatació que la dispersió de la llum és, en un sentit, un fenomen molecular, i en un altre sentit, un efecte màssic d'origen tèrmic. L'agitació tèrmica de les molècules les distribueix i orienta en l'espai amb regularitat, el que origina les fluctuacions locals en el medi; l'aparició d'aquestes fluctuacions origina la heterogeneïtat òptica i, conseqüentment, la difusió de la llum. El subjecte de la difusió de la llum es troba, doncs, en el punt de reunió de la termodinàmica, la física molecular i la teoria ondulatoria de radiació." Les investigacions de RAMANATHAN, KRISHNAN i VENKATES-WARAN posaren de manifest un notable efecte de polarització que menà, al principi de 1928, a la següent observació, feta per RAMAN i KRISHNAN: Un fort feix de llum solar concentrada mitjançant un objectiu telescòpic de 7" amb una lente de focus curt, travessa un filtre blau violeta i és conduït a entrar en un recipient que conté un líquid prèviament destil·lat al buit. Si entre el filtre blau-violeta i el recipient de líquid s'intercepta un altre filtre verd, el líquid no mostrarà cap fenomen de difusió, per tal com no l'ateny cap raig. Si, aleshores, el primer filtre s'intercepta en el feix incident i es situa el verd entre el líquid i l'observador, el pas opalescent del feix en el líquid continua essent lleugerament perceptible, per bé que amb menys extensió de la que afecta observant-lo directament, sense servir-se del filtre verd. Es veu, doncs, que amb els dos filtres consecutius cap llum no travessa el filtre, prova que el segon absorbeix totes les radiacions que el primer ha deixat passar; en canvi, quan el mateix raig incident travessa el primer filtre i abans d'arribar al segon se l'obliga a passar per un líquid pur, ja no reté totalment el feix, una part del qual el travessa. Això prova que la radiació incident és modificada per difusió. En aquestes condicions la llargada d'onda incident és modificada i la ratlla excitatriu de l'espectre és eixemplada; paral·lelament apareix un espectre de difusió, anomenat "efecte RAMAN", que es relaciona amb la freqüència de la radiació excitatriu i amb la natura química del fluid. Aquest efecte el manifestaren vuitanta líquids diferents.

Hom estudià l'espectre de llum originat en el benzè líquid. La llum de les làm-

¹ *Indian J. Physics*, vol. 2, quadern 3.

² *Vegí's CIENCIA*, vol. III, núm. 21, pàg. 16. "Propietats dels col·loides. L'efecte Tyndall i l'Ultramicroscopi".

pades de quars i mercuri va ésser conduïda a través d'un filtre que eliminava totes les longituds d'onda més llargues que la línia índigo 4358 U. A. L'espectre del líquid excitat amb aquesta radiació de curta longitud d'onda, va ésser fotografiat, així com la radiació incident. L'espectrograma del líquid mostrava diverses línies fines no trobades en la llum abans d'atacar el benzè.

"Això, doncs, aciareix que cada línia de l'espectre incident dona naixença, almenys, a dues línies en l'espectre difós: una a l'origen, és a dir, de posició immo-dificada i una altra en una posició de longitud d'onda més llarga. Hi ha, doncs, una estreta analogia amb l'efecte COMPTON de la regió dels raigs X. La qüestió més pe-remptòria és aquesta: com es modifica la radiació difosa, així podem nomenar-la, ge-nerada per les molècules del líquid? Com a temptativa d'explicació, podem adoptar la terminologia de la teoria quàntica i dir que el quantum de radiació incident és parcialment absorbit per la molècula i que la part no absorbida es difon."

L'interessant camp d'investigacions obert pel físic hindú RAMAN ha provocat nom-broses altres recerques, entre les que cal esmentar les de J. CABANNES i P. DAURE, VENKATES-WARAN, WOOD, i PRINGSHEIM i ROSEN. Bergen DAVIS i D. P. MITCHELL han observat que una ratlla X difosa per un cos presenta una estructura més complexa que la de la ratlla incident, la qual cosa fóra deguda a un efecte anàleg a l'"efecte RAMAN" de l'òptica, del qual hem donat ací compte.

E. F.

La Central hidroelèctrica automàtica de Hofen ¹

L'any 1914, la ciutat de St-Gall va construir, en connexió amb la instal·lació de clarificació d'aigües potables, la central elèctrica d'Hofen, sobre el riu Steinach. Aquesta central utilitza una caiguda bruta de 83 m. La conca de segona clarificació serveix, igualment, de conca d'acumulació, la qual té una capacitat de 500 mc, per una profunditat útil de 3 m. La central conté una sola turbina hidràulica de 400 cavalls, establerta per a un escolament de 400 l/s amb una caiguda neta de 76,5, a la qual s'acoblà directament un alternador trifàsic de 400 kVA, 3900/4300 V, 50 p/s i 1000 r/min. Plaçada en un lloc difícilment accessible, al fons de la vall de Galgen-tobel (fig. 1), la central d'Hofen representa el tipus d'instal·lació a la qual escau parti-cularment el servei automàtic. El personal adscrit, en altre temps, al seu servei, ha- via d'habitar bastant lluny de la central per causa de les condicions de clima i topo- gràfiques locals (fig. 2). El servei elèctric de la ciutat de St-Gall estudià durant di-versos anys la qüestió de l'automaticitat i, finalment, decidí de confiar l'execució d'a- questa transformació a la Brown Boveri.

Les condicions de funcionament han estat imposades per la quantitat d'aigua dis- ponible a la conca de clarificació. Normalment, la conca d'acumulació s'omple en unes quatre hores fins a l'altura màxima de 3 m i es buida en 2 1/2 hores aproxi- madament fins a la cota 1 m, quan el grup generador funciona a plena càrrega. El servei s'ha d'acomplir, doncs, de manera que el grup es posi en marxa automàtica- ment quan la conca està plena, que es produeixi, ensems, la posta en paral·lel amb el sector i que la turbina funcioni fins que la conca estigui buida fins a la cota 1 m. Encara, a certes hores de la nit, quan el consum de l'energia disponible no està asse-

¹ *Revue B B C*, agost 1928.

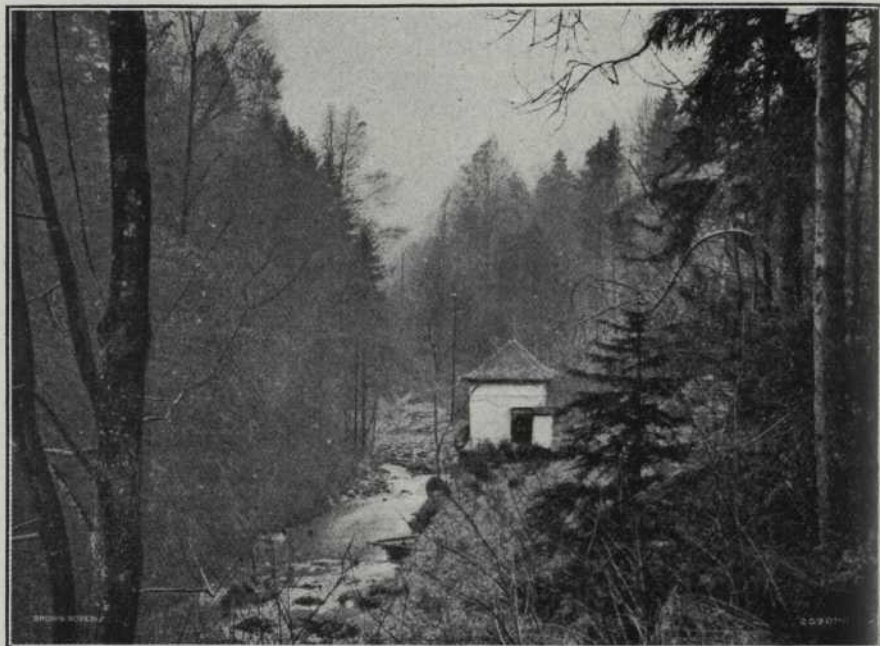


Fig. 1
Central hidro-elèctrica automàtica de Hofen, del "Service Electric de la Ville de St. Gall"

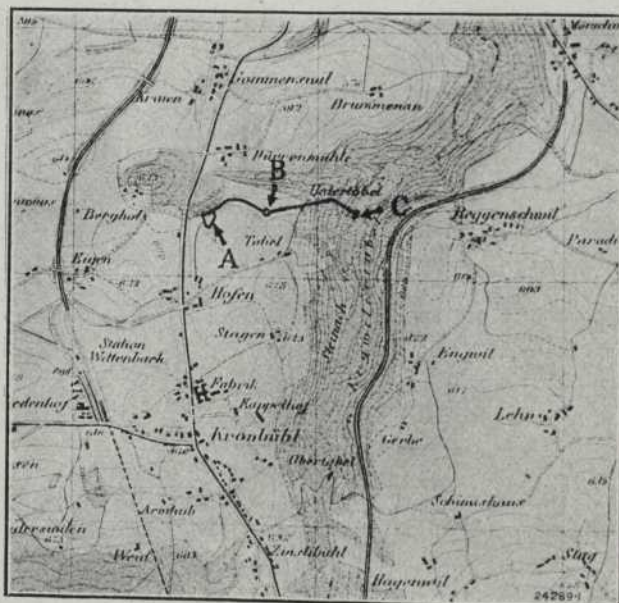


Fig. 2
Pla de situació de la Central automàtica de Hofen
A) conca d'acumulació; B) cambra de posta en marxa; C) central

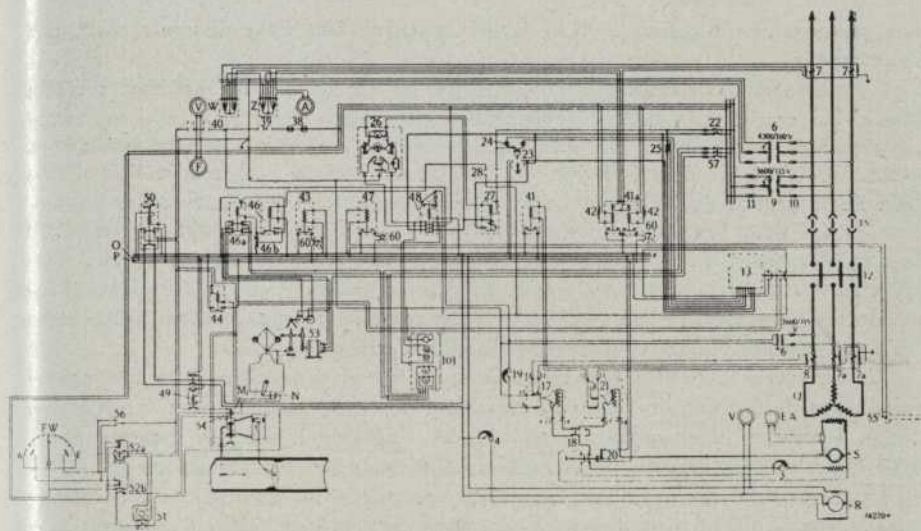


Fig. 3
Central automàtica de Hofen
Esquema de connexions

- 6 = Transformador de tensió.
- 7, 7a, 8 = Transformadors de corrent.
- 9 = Transformador auxiliar.
- 10, 11 = Talla-circuits del transformador de tensió.
- 12 = Interruptor d'oli.
- 13 = Motor de comanda.
- 15 = Seccionadors.
- 17 = Regulador de tensió.
- 18 = Commutador.
- 19 = Resistència regulable.
- 20 = Interruptor del circuit d'excitació.
- 21 = Regulador - limitador d'intensitat.
- 22 = Interruptor.
- 23 = Commutador.
- 24 = Làmpada pilot.
- 25 = Resistència.
- 26 = Aparell de posta en paral·lel.
- 27 = Relais intermediari.
- 28 = Fitxa per al servei manual.
- 38 = Làmpades de posta en fase.
- 39, 40 = Fitxes.

- 41 = Relais de corrent màxim.
- 41a = Relais de retorn d'energia.
- 42 = Resistència.
- 43 = Relais de tensió màxima.
- 44 = Relais d'acció diferida.
- 46 = Relais que comanda les variacions de velocitat.
- 46a = Relais d'inversió del motor 53.
- 46b = Resistència.
- 47 = Relais auxiliar.
- 48 = Relais d'enganxament.
- 49 = Relais de desenganxament sense blocatge.
- 50 = Relais de desenganxament amb blocatge.
- 51 = Interruptor horari.
- 52a = Relais auxiliar per a la posta en servei.
- 52b = Relais auxiliar per a la posta fora de servei.
- 53 = Dispositiu elèctric de regulació de velocitat.
- 54 = Electro-imant de comanda de la comporta de

- la turbina.
- 55 = Termostat.
- 56 = Interruptor de palanca per a la posta en o fora de servei arbitrari de la central.
- 57 = Interruptor de desenganxament automàtic.
- 60 = Senyal indicador.
- 101 = Aparell de comanda especial de 53.
- A = Ampèrmetre.
- F = Freqüencímetre.
- FW = Indicador de nivell d'aigua.
- M₁ = Electro-imant de comanda de la comporta de la turbina.
- N = Al distribuïdor de la turbina.
- O = Desenganxament sense blocatge.
- P = Desenganxament amb blocatge.
- Q = Alternador.
- R = Dinamo-taquímetre.
- S = Excitatriu.
- V = Vòltmetre.
- W = Wàttmetre.
- Z = Comptador.

gurat, cal poder posar fora de servei el grup, qualsevulla que sigui el nivell d'aigua.

Deixant de banda les condicions indicades, hom prescriví d'utilitzar tan com possible l'aparellatge existent. La taula de distribució de tres panells existent, ha estat, doncs, conservada i transformada per satisfer les noves condicions. Els aparells i re-

lais suplementaris necessaris per al servei automàtic han estat disposats sobre una taula especial

L'esquema de la instal·lació està reproduït a la fig. 3; ha estat establert sobre la base de les condicions d'explotació anunciades més amunt tenint en compte les característiques de les màquines. La línia que arrenca de la central d'Hofen fineix a la central principal del Servei elèctric de St-Gall, on hom la relliga a la línia d'arribada de la central de Kubel de la St. Gallisch-Appeuzellische Kraftwerke. La turbina és del tipus Francis; la seva posta en marxa i el seu atur són provocats per la simple maniobra de la comporta de tancament. Si, en servei normal, aquesta comporta és tancada lentament, i per tant la turbina rep paulatinament menys aigua, el regulador de velocitat obrirà el distribuïdor d'una quantitat proporcional per tal de mantenir constantment la velocitat, malgrat la disminució d'escolament.

Si hom para la turbina per aquest procediment, el distribuïdor estarà completament obert al moment de l'atur. En una nova posta en servei, per a la qual serà oberta lentament la comporta, la turbina pot omplir-se i engegar. Aquesta ateny molt ràpidament la velocitat en la qual és mantinguda pel seu regulador.

Igual que la turbina, l'alternador trifàsic pertany a un tipus d'execució completament normal. El corrent d'excitació és fornit per una excitatriu directament acoblada i la regulació es fa, únicament, en el circuit d'excitació *shunt* d'aquesta màquina. Els aparells d'acoblament són, en principi, els mateixos que els d'una central hidroelèctrica normal, tret alguns aparells suplementaris necessaris per al servei automàtic. La posta en servei i fora de servei de la central és comandada per l'indicador a distància d'aigua *FW*, l'índex del qual provoca, per posicions determinades, el desplaçament de la comporta i el funcionament de l'interruptor, mitjançant dos relais 52a i b. Un interruptor horari 51 inscrit al circuit de comanda impedeix que les operacions d'enganxament i de desenganxament no s'efectuïn a certes hores de la nit. Una posta o fora de servei pot fer-se també a un instant qualsevol per mitjà d'un commutador 56. La sincronització automàtica amb el sector és realitzat pel relais d'enganxament 48 de l'aparell de posta en paral·lel 26, així com pels relais 46, 46a i 101 que modifiquen la velocitat de la turbina mitjançant el dispositiu de regulació 53. El relais 46 està alimentat per la dinamo-taquímetre, directament acoblada al grup, la tensió de la qual representa una mesura de la velocitat. L'interruptor d'oli de comanda a distància per motor té el funcionament control·lat per l'aparell de posta en paral·lel 26. Els relais de posta fora de servei 44, 49 i 50 provoquen l'atur del grup en els diferents casos normals o anormals en què sigui necessari.

Els altres aparells són els que hom troba habitualment en tota central amb vigilància. La regulació de la tensió de l'alternador es fa automàticament amb l'ajuda d'un regulador de tensió d'acció ràpida Brown Boveri combinat amb un regulador-limitador d'intensitat com a protecció contra els circuits curts. Aquests dos aparells estan connectats normalment en permanència. L'energia necessària per als serveis auxiliars és subministrada per un petit transformador de 5 kVA empalmat sobre les barres col·lectores, abans de l'interruptor principal.

Sobre la utilització de l'energia tèrmica dels mars

En diverses ocasions ens hem ocupat des de CIENCIA¹ dels treballs de M. Georges CLAUDE i Paul BOUCHEROT conduents a aprofitar l'energia tèrmica dels mars tropicals per a la producció de força motriu. La possibilitat d'aquest aprofitament, des d'un punt de vista industrial, fou discutida pels uns i trobada possible pels altres... Avui, però, hom pot dir ja que el projecte dels esmentats autors és possible². A Ougrée, a les ribes del Mosa, MM. CLAUDE i BOUCHEROT han construït, amb l'amable col·laboració de la "Société d'Ougrée-Maribaye", una instal·lació d'assaig, mitjançant la qual els delegats de l'Acadèmia Francesa que la visitaren pogueren constatar com les previsions dels dos savis esmentats rebien la més ampla confirmació. En parlar d'aquesta visita, M. H. LE CHATELIER s'expressà en els següents termes:

"La turbina que hem vist funcionar a Ougrée, prop de Liège, dóna el mitjà d'utilitzar molt avantatjosament aquestes reserves calorífiques (la calor acumulada dins l'aigua del mar). Hom temia la dificultat d'assegurar l'hermeticitat absoluta dels aparells necessària per al funcionament d'aquesta màquina. Aquest obstacle sembla que ha estat salvat fàcilment. El fet que la màquina voltava i produïa els 50 kw. previstos mostra bé que aquesta condició era plenament realitzada, car les més petites entrades d'aire haurien estat suficients per parar la turbina."

"El maneig d'aquesta màquina és molt dolç. N'hi ha prou amb mantenir la bomba que alimenta d'aigua el condensador per veure immediatament ralentir la turbina i finalment parar-se des del moment que les pressions són iguals a les dues cares del disc giratori. I s'engega amb la mateixa facilitat així que hom recomença l'alimentació amb aigua freda.

"La velocitat necessària de 5000 rev/m. fou assolida sense cap trepidació molesta... Aquesta màquina dóna la seguretat de marxa absoluta."

L'estudi de la instal·lació fou fet utilitzant els resultats i els coeficients fornits en el laboratori de M. Georges CLAUDE. La seva realització començà en desembre de 1927 sota la direcció de M. SCHIDELER i quedà llesta el 25 d'abril d'enguany. El dia 29 d'abril es posà en marxa sense dificultat i hom pogué constatar amb viva satisfacció que la genial visió de M. CLAUDE era plenament realitzada: la potència fornida per la dinamo assolí des del primer dia els 50 kw., amb tot i que les aigües del Mosa tenien ja una temperatura massa elevada. En assaigs successius es depassà la xifra de 60 kw.

Veus ací la disposició experimental:

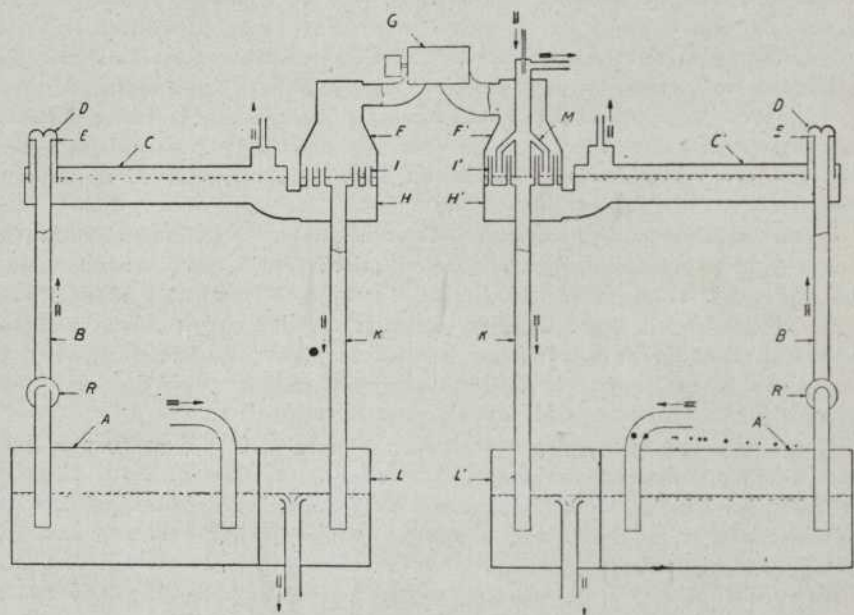
Dos dipòsits A i A' de 100 mc., instal·lats a sota els aparells, són alimentats a nivell constant amb aigua bombada del Mosa. L'un dels dipòsits, A', rep aquesta aigua freda, mentre que la que va a l'altre, A, és portada de 15 a 20° per sobre la temperatura de l'aigua freda mitjançant aprofitament de calor perdut, o bé per injecció de vapor, amb la qual cosa són reproduïdes amb aproximació les condicions dels mars tropicals.

Dues columnes baromètriques verticals B i B' relliguen els dipòsits amb el pis,

¹ Vegi's CIENCIA, vol. I, pàg. 469; vol. II, pàg. 75 i 558.

² C. R. Acad. des Sci., vol. 186, núm. 23, 4 juny de 1928.

situat a uns 8 m. d'alçada, i condueixen, respectivament, l'aigua calenta i l'aigua freda, en primer terme a les cambres de desgasatge C i C', formades per cilindres horitzontals en els quals la superfície del líquid és a 9 m., aproximadament, sobre el nivell de l'aigua dels dipòsits ³. Els gasos dissolts són repel·lits a l'exterior, és a dir, que passen de 0,1 at a 1 at. L'aigua freda i l'aigua calenta desgasades d'aquesta guisa, arriben, respectivament, al bullidor i al condensador F i F', que són relligats, a llur torn, respectivament, a l'aval de la turbina G.



Esquema de la instal·lació d'Ougrée

L'aigua calenta parcialment desgasada arriba al bullidor pel compartiment H i puja pels tubs I de 10 cm de diàmetre; a mesura que entra en el recinte de vapor per aquests tubs I, hi experimenta una ebullició que la projecta en forma de fines gotes per sobre la sortida dels tubs.

Hom remarcarà que amb el dispositiu de circulació esmentat no hi ha cap transmissió aprofitable de calor a través de les parets, pel fet que cada gota d'aigua porta amb ella la provisió de calor que permetrà la seva pròpia ebullició; per consegüent, àdhuc en el cas d'ésser l'aigua molt salada, l'ebullició no experimentarà cap dificultat; i, finalment, atès que l'arribada d'aigua es fa a través de llargues conduccions, no hi ha cap perill d'obstrucció per cossos estranys.

L'aigua que, en bullir com queda dit, s'ha refredat d'alguns graus, es reuneix en una espai deixat lliure en el centre del bullidor, d'on és evaquada per mitjà d'una columna baromètrica descendent K a un dipòsit de descàrrega L situat al mateix nivell del dipòsit d'aigua calenta A; l'energia necessària per mantenir la renovació de

³ En la nota presentada pels autors de l'Acadèmia i de la que donarem compte (vol. II, pàg. 558), ja s'assenyalava l'interès d'aquest desgasatge previ i les condicions de la seva verificació.

l'aigua calenta en el circuit baromètric BCFK i vèncer les pèrdues de càrrega, és fornida per una bomba Rateau de 800 mc/h situada a R, en la columna B.

De forma semblant, l'aigua freda arriba al condensador pels tubs I' de 5 cm de diàmetre i s'escola tranquilament, degut al seu desgasatge previ, al llarg de la superfície exterior, d'aquests tubs, provocant la condensació del vapor que ha travessat la turbina. Aquesta aigua de condensació, reescalfada pel seu ús, es reuneix en un espai lliure central del condensador, d'on és evaquada per mitjà d'una columna baromètrica K' que descendeix a un dipòsit de descàrrega L'. La renovació de l'aigua freda en aquest segon circuit baromètric B'CF'K' és, així mateix, mantiguda per una premsa Rateau, situada a R'. Un dispositiu multitubular M poua vers la part baixa dels tubs del condensador l'aire que ha escapat al desgasatge previ i el condueix vers un altre injector Delas.

La turbina G situada entre el bullidor F i el condensador F' posseeix les següents característiques: diàmetre del rotor, 1 m; potència normal prevista 50 kw; velocitat, 5.700 rev. per minut. L'eix de la turbina, prolongat a l'exterior a través d'un junt hidràulic, acciona directament una dinamo de corrent continu.

La potència pràcticament necessària a l'extracció dels gasos dissolts barrejats amb el vapor fou de 7 kw, de forma que la relació entre la potència disponible a la potència fornida per la dinamo és del 69 %.

És evident que encara queden nombroses qüestions a resoldre; però cal preveure ja que seran solventades, car la part més difícil, és a dir, la demostració de la possibilitat d'emprar febles diferències de temperatures entre dues masses d'aigua per a la producció de força motriu mitjançant el vapor, ha estat superada.

Cal ara completar l'experiència anant a cercar l'aigua freda al fons del mar mitjançant el llarg tub projectat. Amb aquesta finalitat, M. CLAUDE anirà a Cuba, on amb l'ajuda de M. IDRAC procedirà als sondatges i mesures de temperatures i de corrents submarins, treball preparatori per a la construcció de les canalitzacions adequades per a la captació de l'aigua submarina. Enllestit això, M. CLAUDE portarà la instal·lació d'Ougrée a La Havana per tal de procedir als assaigs definitius, que confia poder realitzar abans de la fi de 1929.

C. M. Ll.

Els distribuïdors, reductors i amplificadors per a premses i màquines hidràuliques¹

El minuciós estudi dels accessoris de les màquines hidràuliques i la perfecció de llur instal·lació, tenen una considerable importància sobre el rendiment d'aquestes. En el número darrer, publicarem un extracte d'un primer article de M. LAMBRETTE², en el qual s'estudien alguns tipus de distribuïdors; en aquest, són examinats els distribuïdors d'embols equilibrats, de corredora (*tiroir*), de clau giratòria i els de *relais*.

DISTRIBUIDORS D'EMBOLS EQUILIBRATS

Quan la maniobra dels distribuïdors d'embols ordinaris és molt dura, sigui perquè el pas és gran, ja per treballar a gran pressió, es recorre als embols equilibrats.

¹ A. LAMBRETTE, *La Technique Moderne*, núm. 15, 1928.

² CIENCIA, vol. III, núm. 23, pàg. 200.

La fig. 1 representa el sistema generalment adoptat; al centre de cada èmbol, n'hi ha un de petit, el qual és aixecat per la tija abans que el gran, de forma que la pressió que actuava sobre aquest darrer és bruscament anul·lada, amb la qual cosa l'èmbol major s'eleva fàcilment amb la pressió del líquid. Des de que és obert, l'èmbol gran és equilibrat i la molla el rebat fàcilment en baixar-se la tija.

Quan la pressió és molt elevada i el diàmetre del pas moderat, l'aplicació dels èmbols equilibrats no és pràctica; en aquest cas són més aconsellables els distribuïdors de corredera o de relais.

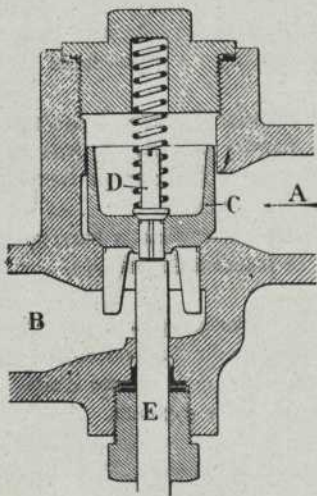


Fig. 1

Secció d'una vàlvula equilibrada

A, arribada d'aigua; B, sortida;
C, vàlvula principal; D, vàlvula auxiliar;
E, tija de comanda.

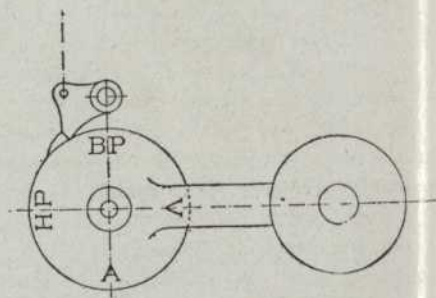


Fig. 2

Esquema d'un distribuïdor de vàlvules amb pas automàtic de la baixa pressió a l'alta pressió

Amb els èmbols equilibrats es poden realitzar els mateixos tipus que amb els ordinaris.

La fig. 2, representa una distribució amb arbre de canes, proveït del pas automàtic de la baixa a l'alta pressió. Un contrapès tendeix a mantenir l'arbre de canes en la posició d'alta pressió, mentre que un cadell el manté a la baixa pressió. El pas automàtic de l'una a l'altra, té lloc quan s'aixeca aquest cadell.

La fig. 3 mostra un distribuïdor del mateix tipus proveït, també, de parada automàtica, en el qual l'arbre és portat a aquesta posició per un pes lligat a una politja. Un cadell el reté en la posició de baixa pressió, i quan és aixecat, un altre el reté en la d'alta pressió. Si es vol mantenir el distribuïdor en la posició de buidament, s'eleva el pes.

DISTRIBUIDORS DE CORREDORA (*tiroir*)

Aquestes correderes són, gairebé sempre, rodones, constituïdes per un pistó amb cuiros embotits per al millor ajustatge; en llur establiment, s'ha de tenir en compte que els cuiros no puguin doblegar-se i que els pistons siguin equilibrats.

DISTRIBUIDORS DE RELAIS

Els distribuïdors de relais són accionats per un petit cilindre hidràulic servit per un distribuïdor auxiliar. Hi han tres casos en què convé de recórrer a aquests distribuïdors.

1er. Quan no es pot portar la conducció prop de l'operador ni establir una conducció per accionar el distribuïdor a distància.

2on. Quan el distribuïdor és molt pesat de maniobrar a mà i no es poden, per raó d'espai o seguretat, emprar vàlvules o èmbols equilibrats.

3er. Quan el distribuïdor ha d'ésser accionat per un dispositiu sensible.

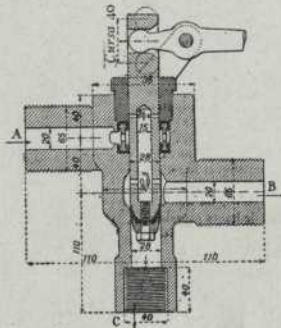


Fig. 4
Esquema d'un distribuïdor de
corredora senzilla
A, vers la conducció; B, a la
premsa; C, al buidament

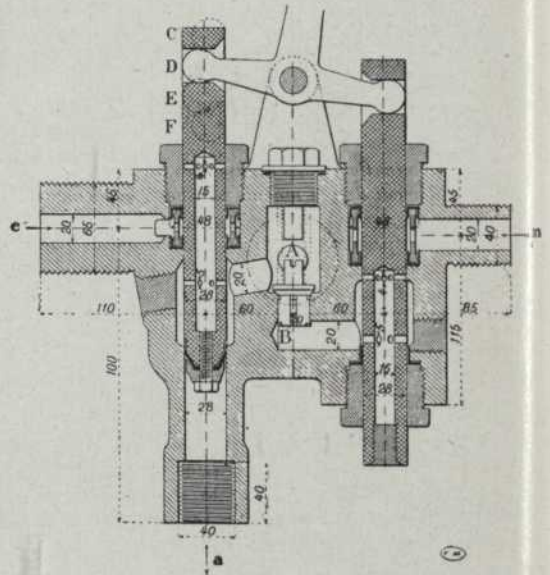


Fig. 5
Secció d'un distribuïdor de dues
corredores per a dues pressions,
amb vàlvula de retenció
A, vers la premsa; B, vàlvula de
retenció; C, posició de buidament;
D, posició d'atur; E, posició de
baixa pressió; F, posició d'alta
pressió; e, alta pressió; n, baixa
pressió.

El primer cas es presenta, sovint, en les premses de forjar ràpides, en les quals, la conducció que porta l'aigua a baixa pressió per a la maniobra del pistó, no pot ésser conduïda prop de l'operador, per tal com fóra difícil d'establir-la sense que constituís una molèstia. S'empren, per tant, els relais; tot el distribuïdor és plaçat prop del cilindre i no hi ha altre lligament amb l'auxiliar que un petit tub de coure.

El segon cas es presenta amb pressions elevades i febles passos, en què essent molt reduït el diàmetre de les vàlvules i èmbols, no és possible adaptar-hi el petit èmbol auxiliar. També es presenta aquest segon cas, quan els èmbols són d'eix horitzontal, degut a què llur ajustatge perfecte no deixa d'ésser problemàtic.

El tercer cas es presenta per als reguladors hidràulics de turbines molt impor-

tants, i, també, en el cas d'un aparell hidràulic control·lat per la posició d'un flotador.

CÀLCUL DELS DISTRIBUIDORS

El càlcul dels distribuïdors, es basa en la determinació de les seccions de pas. Molt sovint, aquestes seccions s'han d'adaptar a instal·lacions ja existents.

Quan no es tenen precedents, no és de molta importància el pas d'alimentació per a premses de llarga cursa, que reben l'aigua a alta pressió d'un acumulador, puix que la pèrdua de càrrega deguda al distribuïdor és negligible quan una pressió de 100 kg o més és destinada a fraccionar-se per la meitat durant l'ascensió de la premsa. Quan aquesta és alimentada per una bomba, la pèrdua de càrrega augmen-

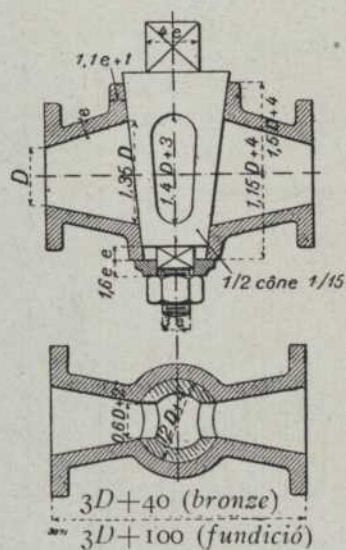


Fig. 6

Esquema d'un distribuïdor de clau giratòria. Proporcions en funció del diàmetre interior i del gruix de paret

ta la despesa de força motriu; convé, doncs, evitar-ho, per més que una pèrdua de càrrega de 10 kg no és gaire sensible per a una bomba que ha de donar una pressió final de 250 kg.

Pel contrari, la secció del buidament ha d'ésser calculada exactament, tota vegada que un pas petit pot limitar considerablement la velocitat de baixada de la premsa. S'acostuma a remeiar aquest defecte per procediments més o menys barbres, com són, per exemple, la instal·lació d'un buidament auxiliar, o afegint un pes al pistó, l'addició d'un pistó antagonista, etc. Quan aquests dispositius són previstos, no són molestos; però quan no ho han estat i cal recórrer-hi, constitueixen una gran falta.

Per als debits importants i, especialment, per a distribuïdors de baixa pressió, cal verificar la pèrdua de càrrega a l'admissió.

El càlcul de les seccions de pas, es basa sobre coeficients de construcció, que varien molt, no solament amb el sistema d'obturador, sinó, també, amb les proporcions que es donen als tubs i a llur col·locació. En els distribuïdors de corredora, s'ha

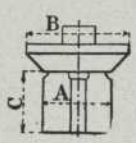
trobat que aquest coeficient val 4 per a la màxima obertura i 1'25 per una obertura de 1/10. Aquesta variació mostra la influència de la conducció, per tal com aquest coeficient no pot minvar quan disminueixen els forats de la corredora.

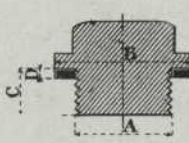
El cos es calcula com a un cilindre buit, mitjançant la fórmula de LAMÉ; si aquest cos forma un bloc, es busca el gruix mínim, pròxim a les conduccions o a les cambres de baixa pressió. Aquest cos, per més seguretat, s'assimila a una envolta cilíndrica.

Els òrgans de maniobra són calculats segons les lleis de resistència.

Per als detalls constructius corrents i accessoris, es poden utilitzar les taules publicades per l'autor, que reproduïm ací.

Formes i dimensions de les parts i accessoris per a distribuïdors hidràulics

		VALVULES					
	A	15	17	25	30	35	40
	B	21	23	32	27	43	48
	C	20	22	25	28	30	32
		MOLLES					
	Diàm. int. . .	10	11	14	16	20	22
	» del fil. . .	2'5	3	4	5	6	7

		FINS A 150 Kg.					
	A	25	30	35	40	45	50
	B	35	42	50	55	60	65
	C	10	12	15	17	19	21
	D	2	2	3	3	3	4
		FINS A 300 Kg.					
	C	18	22	26	30	34	38

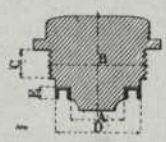
		FINS A 150 Kg.					
	A	33	38	45	50	55	70
	B	57	62	70	75	80	95
	C	17	18	19	20	21	23
	D	53	58	65	70	75	90
	E	10	10	10	10	10	10
		FINS A 300 Kg.					
	C	27	30	32	34	36	40

Fig. 7
Vàlvules i molles

Fig. 8
Taps amb aranda a de cuiro

Fig. 9
Taps amb junta de cuiro forma U

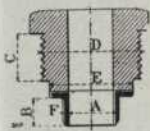


Fig. 10
Taps amb junta de couro de forma sombrero

FINS A 150 Kg.						
A	15	20	25	30	40	50
B	14	18	20	22	24	25
C	21	22	24	26	27	28
D	35	40	48	55	70	82
Pas.	1'5	1'5	1'6	1'6	1'8	1'8
E	32	37	45	52	67	79
F	3	3	4	4	5	5

FINS A 300 Kg.						
A	15	20	25	30	40	50
B	14	18	20	22	24	25
C	35	38	42	46	48	50

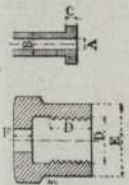


Fig. 11
Tubs d'aram i enllaços

FINS A 150 Kg.						
A	8	10	12	15	20	25
B	11	14	17	21	28	35
C	3	4	5	6	7	8
D	20	25	28	32	40	50
E	30	37	42	48	60	75
F	10	12	14	16	20	25

FINS A 300 Kg.						
A	8	10	12	15	30	25
B	14	18	22	27	36	45
C	4	5	6	7	10	12
D	30	35	45	56	65	80
E	42	53	67	75	97	120
F	15	17	22	25	32	40

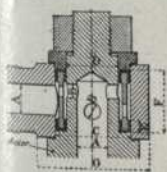


Fig. 12
Ròtules

FINS A 150 Kg.						
A	8	10	12	15	20	25
B	4	5	6	7'5	10	12'5
C	40	42	45	50	55	60
D	20	22	25	30	35	40
E	10	10	10	10	10	10
F	30	32	35	38	42	48
G	60	62	65	70	77	85

FINS A 300 Kg.						
A	7	10	12	15	18	23
B	3'5	5	6	7'5	9	1'5
C	45	48	50	55	60	65
D	25	28	30	35	40	45
E	10	10	10	10	10	10
F	30	33	37	40	42	48
G	90	95	100	110	120	130

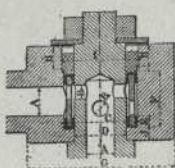


Fig. 13
Ròtules

FINS A 300 Kg.

A	8	10	12	15	20	25
B	4	5	6	7.5	10	12.5
C	35	40	42	48	55	65
D	15	20	22	28	35	45
E	10	10	10	10	10	10
F	30	32	35	38	42	48
G	70	80	84	96	110	130
H	16	16	17	18	19	19
I	38	43	45	52	59	70
J	10	10	11	11	12	12

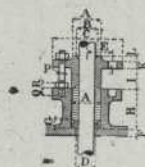


Fig. 14
Caixes d'estopada per a baixa pressió

Diám. de la tija	13	16	19	22	25	28	32	35	38	41	44	47	51
A	32	35	41	44	51	54	57	63	67	70	76	79	82
B	25	28	35	38	44	47	51	54	57	60	66	69	73
C	89	95	113	120	127	133	146	152	158	158	171	178	184
D	16	19	22	25	30	35	41	44	47	51	54	57	60
E	25	33	40	41	46	47	52	55	57	60	63	67	68
F	13	16	16	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
G	10	10	10	13	13	13	16	16	16	16	18	18	19
H	51	57	63	70	70	76	82	82	89	95	102	102	114
I	25	29	32	35	35	38	41	41	44	47	51	51	51
K	10	10	13	13	13	13	16	16	16	16	16	16	18
L	3	4	5	6	7	8	8	9	9	10	10	10	11
P	10	10	13	13	13	13	16	16	16	16	16	19	19
Q	13	13	16	16	16	16	19	19	19	19	19	19	19
R	5	3	6	6	6	6	8	8	8	8	8	10	10

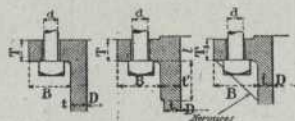


Fig. 15
Proporcions de les brides

t	Espressor de paret
t ₁	1'2 t
T	1'4 t + 4 mm.
T ₁	1'2 t
Gruix dels nervis	1'1 t
D	Diàmetre interior
d	0'83 t + 8 mm.
B	2'3 d + 5 mm.
l	2 t + 15 mm.
Nombre de bulons	$\frac{D \text{ mm.}}{40} + 2$