

CIÈNCIA

ANY VII

VOL. VII

NÚM. 52

REVISTA CATALANA

DE

CIÈNCIA I TECNOLOGIA

20 DE

GENER

DE 1933

BIBLIOTECA DE CIÈNCIES I TECNOLOGIA DE BARCELONA

BUTLLETI DE LA SOCIETAT CATALANA DE CIÈNCIES FISIQUES, QUÍMIQUES I MATEMÀTIQUES

ADHERIDA A LA FEDERACIO INTERNACIONAL DE LA PREMSA TECNICA

ORGAN OFICIAL DE L'ASSOCIACIO DE DIRECTORS D'INDUSTRIES ELECTRIQUES I MECANIQVES DE L'I. E. M. A."

LA DISMINUCIO DELS PREUS DE COST COM A CONSEQÜENCIA DE L'AUGMENT DE RENDIMENT DE LES INSTAL·LACIONS INDUSTRIALS

PROCEDIMENT PER A EVALUAR EXACTAMENT UNA MILLORA

En el primer número de la revista Indústria Catalana, el Sr. Josep Sistac i Zanuy, President de l'Associació de Directors d'Indústries Elèctriques i Mecàniques de l'I. E. M. A.", ha publicat un interessant article en el qual ofereix un procediment pràctic per a escatir el rendiment de les màquines, especialment les elèctriques, i subratlla l'ús que cal fer d'aquestes dades en relació als preus de cost.

Tant per l'interès de l'esmentat treball com pel desig d'assenyalar ostensiblement la satisfacció que ens produeix l'aparició de la susdita revista catalana, reproduïm a continuació l'article del Sr. Sistacs, en la seguretat que els nostres lectors que no l'hagin llegit a Indústria Catalana n'estaran satisfets.

En tot temps, però singularment en els de crisi intensa i llarga com l'actual, els industrials i les empreses totes cerquen mitjans per a reduir

en mesura important les despeses generals i de producció. És quasi es fa sentir més forta la necessitat de reformar les antieconòmiques instal·lacions antigues, i la substitució dels vells procediments de fabricació per altres més adequats, que es caracteritzen per un funcionament més econòmic. No cal dir que en projectar instal·lacions de bell nou, hom es guiarà encara amb major oportunitat, per les directrius d'economia esmentades.

No entra pas dintre els nostres propòsits el plantejar o recomanar totes les receptes que han de proporcionar les desitjades reduccions de despeses en la infinitat de casos diferents que es poden presentar, però sí que en volem citar alguns exemples pràctics que permetin fixar les idees i donar a comprendre als nostres lectors l'amplitud del camp de les possibilitats de modernització de les instal·lacions existents.

A Barcelona, per exemple, existeixen encara un bon nombre de tallers i fàbriques que daten de quan la distribució d'energia elèctrica es feia amb corrent continu; després, en venir el reemplaçament d'aquestes xarxes per altres de corrent altern, es va optar en molts casos per la solució més còmoda, com és la d'instalar un grup rotatiu convertidor de corrent altern en corrent continu. En un tal cas és generalment un bonic negoci reemplaçar el grup convertidor, el rendiment del qual és baix, i que encara ho és molt més a càrregues parcials, per una conmutatriu, el major rendiment de la qual permetrà una rapidíssima amortització del seu valor, i contribuirà després a augmentar els beneficis de l'empresa. Adhuc en alguns casos serà més recomanable el reemplaçar totalment el grup convertidor i els motors de corrent continu, per tota una sèrie de nous motors de corrent altern.

En totes les fàbriques on es consumeix vapor per a calefacció o per a d'altres usos, a baixa pressió i en quantitats apreciables, i s'absorbeix alhora energia elèctrica de la xarxa—com succeeix a les fàbriques de paper, de cel·lulosa, de sucre, refineries de petroli, fàbriques de productes químics, a les indústries tèxtils d'aprestos i tintures, etc.—serà generalment un negoci rodó el centralitzar la producció d'energia elèctrica i de vapor en una central tèrmica pròpia, equipada amb turbines de contrapressió, o amb presa de vapor, segons els casos.

Un altre cas de modernització possible, l'ofereixen les petites centrals, de construcció antiga, equipades amb turbines, el rendiment de les quals és considerablement més baix que el de les darrerament establertes. En moltes ocasions es pot combinar l'economia del nou consum amb un augment de potència dels grups, tot i conservant l'alternador i el sistema de condensació ja existents, i obtenir, en definitiva, economies que permeten d'amortitzar les noves despeses en menys de cinc anys.

La major part de les filatures existents a Catalunya podrien augmentar llur producció sense comprar noves contínues, ni eixamplar els edificis, si adoptessin l'accionament individual amb motors de collector de velocitat variable i amb aquesta solució gaudirien, de més a més, de tota una sèrie d'avantatges d'ordre tècnic i econòmic. Parallelament, les fàbriques de teixits podrien obtenir els mateixos avantatges, amb l'accionament elèctric individual per als telers. En la indústria tèxtil, com en tots els altres casos, els beneficis esmentats són molt més importants si es tracta de fàbriques de nova planta que de modernitzacions posteriors.

Fets ja aquests suscints aclariments—que hem considerat necessaris de fer per tal d'atreure l'atenció dels interessats sobre les nombroses i diverses possibilitats de reducció notable dels preus de cost per mitjà d'una modernització racional, i també per tal d'augmentar l'interès dels lectors respecte de qualsevol estudi, com el present, que tracti d'evaluar concretament els beneficis d'una millora, o d'aquilatar exactament una comparació—, podem ja entrar de ple en allò que és l'objecte del nostre treball.

És aquest objecte, l'establir un procediment de comparació i d'evaluació que permeti de traduir en xifres el valor d'una modernització prevista: o d'establir una comparació econòmica entre dues solucions presentades; etc.

En realitat, nosaltres ja hem consagrat alguna activitat als estudis econòmics de comparació d'ofertes, i d'evaluació de les capitalitzacions que corresponen a les pèrdues dissipades en les màquines, i ho hem fet perquè atribuïm una importància formidable a aitals estudis econòmics previs, els quals, per bé que són relativament senzills de desenrotllar, malauradament són encara negligits lamentablement en la major part dels casos. Per tal de no repetir altra volta tots els nombrosos conceptes, càlculs, tabelleis i figures, recomanem als lectors que llegeixin l'article nostre al qual ens hem volgut referir abans¹.

En aquest treball es descriu un mètode analític que permet de tenir en compte tot el gran nombre de condicions particulars que es poden presentar en la pràctica de les comparacions i evaluacions econòmiques d'ofertes i reemplaçaments.

Pel contrari, el que nosaltres ens proposem avui, és desenrotllar una sèrie de diagrames que, tot i que permeten de resoldre gràficament aquells mateixos casos, es caracteritzen per una utilització senzilla i acurada. Aquestes qualitats farien que els nostres gràfics esdevinguessin d'una eficaç i contínua aplicació.

¹ José SISTAC Y ZANUY: "Comparación económica de ofertas de maquinaria eléctrica", *Ingeniería y Construcción*, de Madrid, febrer de 1932.

La varietat dels exemples abans esmentats, demostra que els problemes d'evaluació i comparació es poden presentar en totes les branques de les activitats industrials. Per consegüent, el nostre article es faria inacabable si volguéssim traçar tots els diagrames possibles. Els desenrotllarem tan sols per al cas de freqüent aplicació d'evaluacions i comparacions entre màquines elèctriques. Els lectors interessats podran desenrotllar, paralelament als nostres, els diagrames adequats als estudis sobre la producció o la utilització del vapor, als motors Diesel, a les instal·lacions de bombes elevadores d'aigua, i a tantíssimes d'altres estructures.

El cost real d'una màquina elèctrica, o sigui el seu *preu efectiu*, no és igual que el seu preu de venda, com amb fonamental error admeten encara molts compradors. El *preu efectiu* està integrat per tots els factors que determinen les característiques i qualitats de la màquina, és a dir, que es compona de:

a) *Preu de venda o preu d'oferta*, indicat clarament en els contractes de compra-venda.

b) *Preu dels accessoris* que necessita especialment la màquina, incloent i considerant també com a tals, l'oli eventualment necessari, muntatge, fonaments, i, en general, totes aquelles despeses que per una sola vegada es fan en comprar la màquina.

c) *Capitalització de pèrdues* corresponent a l'import de l'energia dissipada anyalment en pèrdues.

d) *Capitalització de l'import de l'energia reactiva* absorbida. Aquesta capitalització es farà només en els casos en què l'energia reactiva es tarifi.

e) *Capitalització de les despeses d'entreteniment*, incloent les reparacions, personal, assegurances, etc.

f) *Preu net de salvament* de les màquines no totalment amortitzades i que són reemplaçades per les noves màquines. El valor residual de les màquines velles, es restarà del capital encara no amortitzat per a calcular el preu net de salvament. Aquesta partida existeix només en el cas d'un reemplaçament prematur.

g) *Capital residual* o valor en venda de la màquina, al terme de la seva amortització. Aquesta partida, com ja es comprèn, és a restar de la suma representada per les altres partides.

Naturalment, la importància de les diverses partides que integren el *preu*

efectiu, varia sensiblement d'un cas a l'altre, però, per a formar-se una idea de la grandària relativa de cada una, donem a continuació unes xifres que poden perfectament correspondre al cas pràctic d'un motor elèctric de baixa tensió, de 230 cavalls, 6 pòls, en les circumstàncies que concorren al nostre mercat.

	<u>Pessetes</u>	<u>Percentatge</u>
Preu d'oferta	13.000	13 %
Preu dels accessoris, etc	2.000	2 %
Capital de pèrdues	78.000	78 %
Capitalització d'energia reactiva	7.000	7 %
Capitalització de les despeses d'entre- teniment, etc	1.000	1 %
Suma	101.000	101 %
Valor residual	1.000	1 %
<i>Preu efectiu</i>	100.000	100 %

Si bé cada una d'aquestes partides té la seva importància, no obstant es veu que els elements que sensiblement determinen el *preu efectiu*, són: el *preu d'oferta* i el *capital de pèrdues*. Aquest últim encara moltíssim més que el mateix *preu d'oferta*.

El *preu d'oferta*, *valor residual* i *accessoris*, són dades que hom podrà conèixer consultant els respectius subministradors. Per a conèixer el *preu de salvament* de les màquines reemplaçades, caldrà consultar la comptabilitat, i, a més, estimar el valor en venda de les susdites màquines.

Respecte a les *despeses d'entreteniment*, etc., es fixarà l'annualitat atenent a l'experiència o previsions dels tècnics, i es capitalitzarà l'annualitat així determinada sobre la base del tipus d'interès admès i en el nombre d'anys de vida assignats a la màquina.

Queden per fi, les *pèrdues d'energia* i el *consum de potència reactiva*. L'import anyal d'aquestes pèrdues i consums, depèn del nombre d'hores de servei per any, del rendiment i de la potència de les màquines i del preu del kilowat-hora i del kilovar-hora ². Les anualitats així calculadas es capitalitzaran com en el paràgraf anterior.

Capitalització de les pèrdues d'energia:

La importància decisiva, pel seu gran volum, del capital representatiu

² El *var* és la unitat pràctica de potència reactiva, segons definició presa en 1930 per la *Commission Electrotechnique Internationale*.

de les pèrdues d'energia—que en l'exemple donat equival a sis vegades el preu de l'oferta—, fa que hom hagi de concentrar la més gran atenció a la qüestió del rendiment. Naturalment, com que el volum del *capital de pèrdues depèn* de cinc o sis factors, entre els quals no existeix cap llei de relació, resulta que en cada cas hom ha de fer un càlcul sencer per a poder conèixer la veritable importància del rendiment. Aquesta feina, que molts consideren feixuga i gens o poc profitosa, és potser la raó per la qual no s'entenen en consideracions i càlculs sobre el rendiment. Els diagrames que tot seguit anem a descriure tenen justament per finalitat el determinar amb un sol cop d'ull la importància del rendiment, és a dir, el capital representatiu de les pèrdues d'energia per a qualsevol valor del nombre d'hores de servei, del rendiment, del preu del kilowat-hora, del tipus d'interès, del nombre d'anys de vida, etc.

El mateix diagrama ens permetrà de calcular també la capitalització corresponent a l'energia reactiva absorbida.

El diagrama a què ens referim, és el de la figura 1. Per a la seva comprensió, que és ben senzilla, és suficient de seguir l'exemple assenyalat per la línia de ratlla i punt.

El diagrama, en funció de les dades del problema, dóna directament el *capital de pèrdues*, que correspon a cada 1 per 100 de pèrdua, per cada HP de potència nominal (o bé per cada kW de potència nominal, segons que en iniciar la línia de ratlla i punt s'hagi utilitzat l'una o l'altra de les escales d'abscisses). El resultat llegit a l'escala *capital* s'haurà de multiplicar, doncs, per la potència de la màquina i pel tant per cent total de pèrdues (que és igual a 100—rendiment en per cent).

Exemple: Es tracta d'un motor elèctric de 230 HP, les característiques del qual, són:

Potència.	230 HP.
Rendiment a plena càrrega... ..	93 %
Hores de servei al dia... ..	8
Dies de treball a l'any	312
Hores de funcionament a l'any... ..	2.500
Preu del Kilowat-hora.	0'25 Ptes. kW/h.
Tipus d'interès del diner... ..	6 %
Anys de vida per a l'amortització	15
Preu del motor... ..	13.000

Quin *capital de pèrdues* representa cada 1 % de pèrdua? La línia de ratlla i punt surt de l'escala d'abscisses (referida a potència en HP) i passa

pel punt representatiu del nostre rendiment de 93 %; arribant fins a la corba corresponent a 2.500 hores de servei a l'any, trobem una pèrdua anual de 20 Kilowats-hora per 1 % de pèrdua i per HP; la qual pèrdua correspon, per al preu de 0'25 pessetes el Kilowat-hora, a l'anualitat de 5 pessetes, com a import anual de les pèrdues d'energia per 1 % i pel HP. Cal ara utilitzar separatament el gràfic 1-d, el qual dóna un factor de capitalització de $K = 9,7$ per al nostre interès del 6 % i una amortització en 15 anys. El mateix gràfic 1-d, per mitjà de la corba I, ens diu que el factor de capitalització $K = 9,7$ significa que entre interessos i amortització, l'anualitat representa el 10,3 % del capital. Tornant ara al gràfic 1-c, veiem que l'anualitat de pessetes 5, per a un factor de capitalització de $K = 9,7$, correspon a un *capital de pèrdues* de pessetes 48 per cada 1 % de pèrdues i per HP de potència. Per tant, essent les pèrdues el 7 % ($100 - 93 \% = 7$ per 100), i la potència de 230 HP, resulta ($48 \times 7 \times 230 = 77.280$ pessetes), un *capital de pèrdues*, de 77.280 pessetes. Compari's aquesta quantitat amb el *preu d'oferta* del motor, que és de Ptes. 13.000 i es veurà la raó que tenim en afirmar que el *rendiment* és diners i que el rendiment té molta més importància que el mateix preu del motor. Si l'oferta del motor considerat es comparés amb la d'un altre motor enterament semblant, per al mateix servei, però amb 1 % menys de rendiment, el *capital de pèrdues* d'aquesta seria (48×230) de Ptes. 11.040 més elevat; és a dir, que per tal que aquest últim motor valgués efectivament el mateix que el primer, o, en altres paraules, per tal que al comprador li sortís al mateix preu, caldria que el *preu d'oferta* del motor de 92 % de rendiment fos 11.040 pessetes més baix que el del motor de 93 % de rendiment; i, com que aquest només val 13.000 pessetes, és evident que per a poder comprar el motor de 92 % de rendiment amb l'obligació d'instalar-lo, ens l'haurien gairebé de regaiar. Altrament ens sortiria antieconòmic.

Voldriem donar als nostres lectors la sensació de què en admetre que el *capital de pèrdues* del motor de 93 % és de pessetes 77.280, no fem cap inflació. Per a demostrar-ho, direm que si el comprador del motor no hagués de pagar les pèrdues dissipades en el motor, podria donar el 6 % d'interès i amortitzar en quinze anys un capital d'obligacions d'exactament pessetes 77.280.

La tolerància en el rendiment:

Els subministradors de motors garanteixen els rendiments amb una tolerància, en el cas més favorable, del 10 % de la suma de les pèrdues, però, almenys, de 1 % del rendiment. Això vol dir, en el cas del motor estudiat,

que garanteixen el preu efectiu del motor amb una tolerància de pessetes 13.000. Si algun subministrador, en acceptar una comanda, es volgués reservar el dret d'augmentar l'import de la factura en 100 % al moment de liquidar-la, tots els clients sense excepció li negarien rodonament la conformitat. En canvi, a través del rendiment, i sense cap profit per al subministrador, el client deixa variar el preu efectiu del motor, en quantitats fabuloses. Les factures, els clients les repassen curosament, i refusen de pagar l'impost del timbre o resten altament enorgullits d'haver pogut aconseguir amb mil excuses, un retard de quinze dies en un pagament parcial. En canvi, no es preocupen de repassar la factura grossa del *capital de pèrdues*. És clar que els clients, en general, no estan capacitats per a repassar aquestes factures tècniques, *comprovant el rendiment*; però, per això existeixen, justament, els laboratoris oficials. A Barcelona, per exemple, tenim el Laboratori General d'Assaigs i Acondicionament de la Generalitat de Catalunya, dotat d'uns equips completíssims de material i d'instruments, i al front del qual figuren persones de competència reconeguda, per a estendre certificats de tota garantia.

El funcionament a diferents càrregues parcials.—Les hores de servei.

Els diagrames de la figura 1, són traçats admetent que el motor treballa sempre a plena càrrega durant les hores de servei assenyalades en el diagrama 1-a. Ara bé; el problema no es presenta generalment així, sinó coneixent el nombre d'hores que el motor treballa a diferents càrregues parcials durant el dia, ja que la càrrega no és generalment constant durant la jornada, i, si ho és, no acostuma a ésser la plena càrrega, sinó una altra de més petita, per exemple, $3/4$ de plena càrrega. La corba de càrrega d'un motor es podrà representar correntment en aquesta forma:

Funcionant a $5/4$ de plena càrrega	...	...	...	...	...	1 hora al dia
" $4/4$ "	"	"	...	...	...	2 " "
" $3/4$ "	"	"	...	...	...	8 " "
" $2/4$ "	"	"	...	...	...	4 " "
" $1/4$ "	"	"	...	...	...	1 " "
Dies de funcionament	...	...	...	...	...	300 a l'any

Si coneixem el repartiment diari de la potència en aquesta forma, és relativament fàcil de calcular un nombre ideal d'hores de treball tal que treballant el motor contínuament a plena càrrega, les pèrdues totals dissipades fossin les mateixes que amb el servei veritable. Per a poder fer-ho ens serà

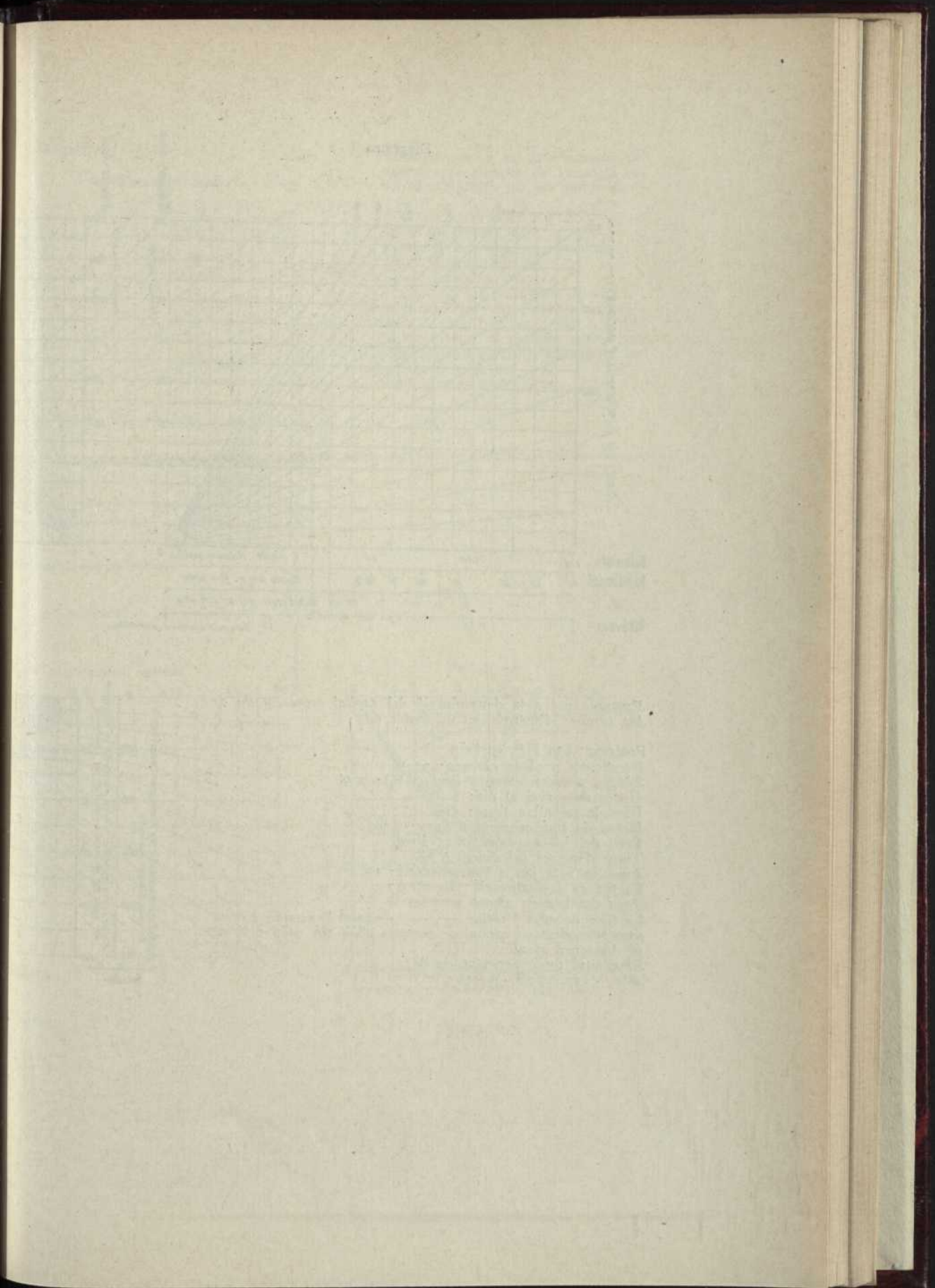
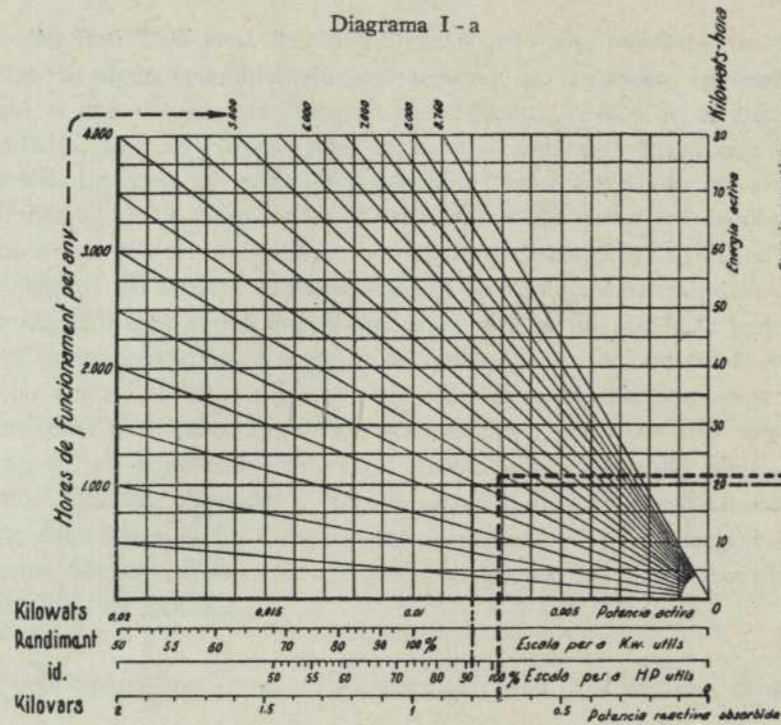


Diagrama I - a



Exemple per a la determinació del capital representatiu de les pèrdues d'energia, en un motor de:

Potència: 230 HP. en l'eix
 Rendiment a plena càrrega: 93 %
 Pèrdua a plena càrrega (100-93 %): 7 %
 Hores de servei al dia: 8
 Dies de treball a l'any: 312
 Hores de funcionament a l'any: 2.500
 Preu del kilowat-hora: 0,25 Ptes.
 Tipus d'interès del diner: 6 %
 Anys de vida per a l'amortització: 15
 Factor de capitalització: $K = 9,7$
 Preu del motor: 13.000 pessetes
 La línia de punt i ratlla — — — resol l'exemple i dona com a resultat un capital de pessetes 48.— per cada 1 % de pèrdua: per cavall.
 El capital total, per tant, és de:
 $48 \times 7 \times 230 = 77.280$ pessetes.

Diagrama I - b

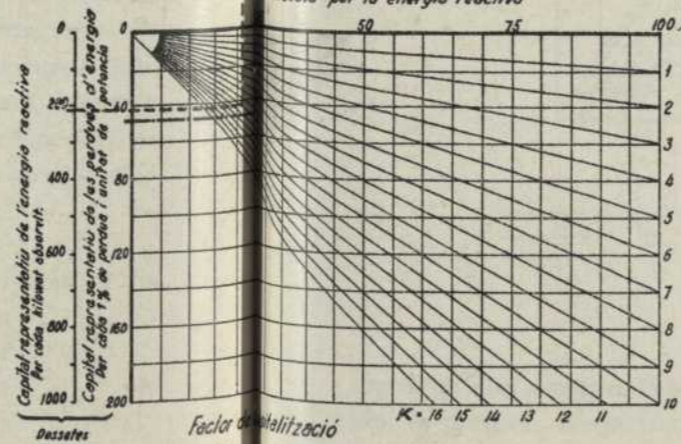
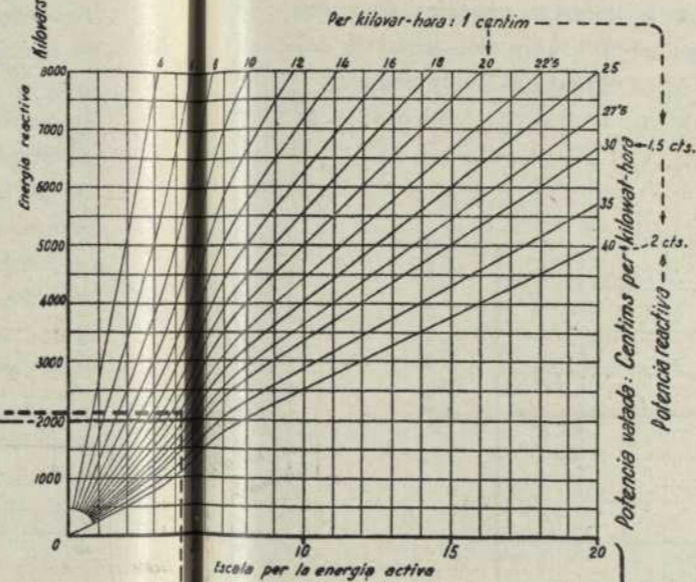


Diagrama I - c

Exemple per a la determinació del capital representatiu de l'energia reactiva, absorbida per un motor de:

Potència absorbida: 200 HP.
 Hores de servei: 300
 Preu del Kilowat-hora: cèntim
 Tipus d'interès: 6 %
 Anys d'amortització: 15
 Factor de capitalització: $K = 9,7$
 La línia de traç discontinu — — — resol l'exemple, i dona com a resultat un capital de pessetes 206.— per cada kilowat absorbit. El capital total, per tant, és de:
 $206 \times 200 = 41.200$ pessetes.

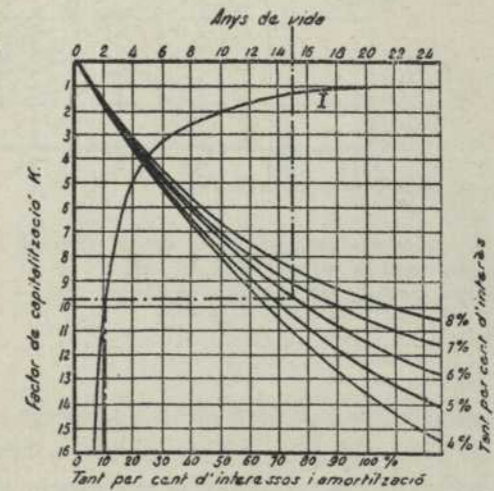
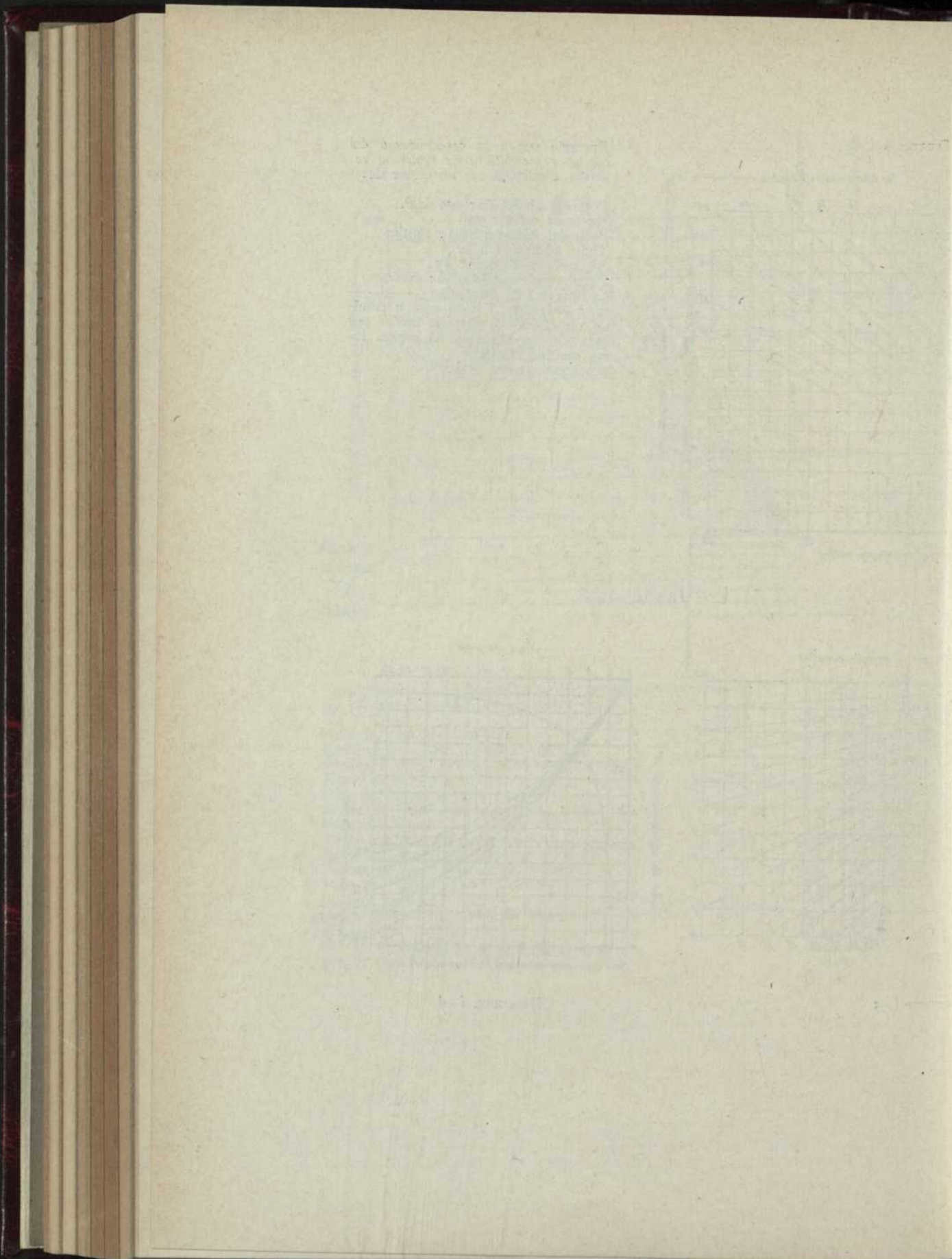


Diagrama I - d



suficient conèixer el rendiment del motor a les diverses càrregues. De vegades, però, solament es coneix el rendiment a plena càrrega. En aquests casos, ens servirem dels gràfics de les figures 2 a 5.

Segons que la proporció entre les pèrdues constants i les variables sigui de 1 : 1 o bé 1 : 2, o de 1 : 3, la forma general de la corba de rendiment

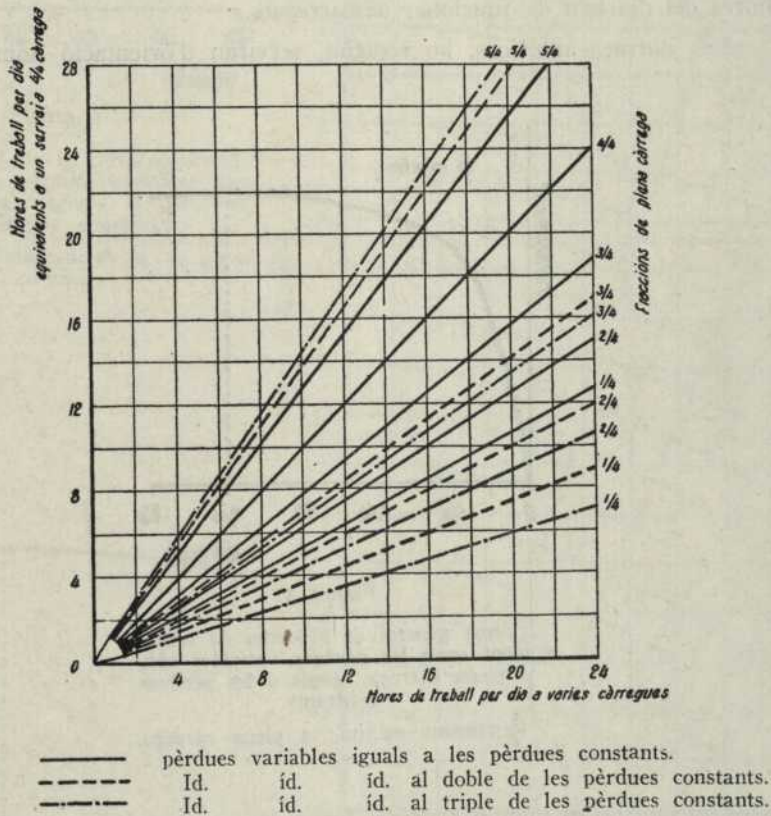


Figura 2

tindrà un dels aspectes de les figures 3 a 5; en tals casos el rendiment màxim es presenta, respectivament, a 100 %, 58 % ó 50 % de plena càrrega.

Com a orientació, hom pot suposar que la proporció de les pèrdues és de 1 : 1 en els motors de corrent altern de 2 i 4 pols; en les commutatius i en els motors de corrent altern amb col·lector, funcionant acoblats a màquines el parell de les quals sigui creixent amb la velocitat; etc.

La proporció de les pèrdues constants a les variables es trobarà generalment compresa entre 1 : 1 i 1 : 2, en els motors de corrent altern de 6

o més pols; motors de corrent altern amb col·lector, acoblats a màquines el parell de les quals sigui constant o sensiblement constant; màquines de corrent continu, transformadors per a serveis amb factor de càrrega elevat; motors de corrent altern per a l'accionament individual de telers; etc.

Finalment, la proporció de les pèrdues entre 1 : 2 i 1 : 3, es trobarà en els transformadors en general, particularment en aquells que durant moltes hores del dia han de funcionar descarregats.

Les normes anteriors, ho repetim, serviran d'orientació només en els

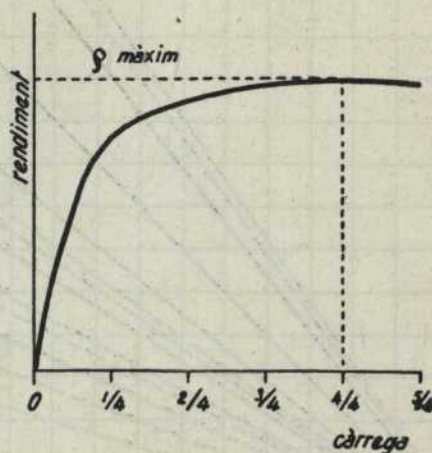


Figura 3

Forma general de la corba de rendiment quan les pèrdues variables són, a plena càrrega, iguals a les pèrdues constants

Rendiment màxim: a plena càrrega.

casos en què no es puguin conèixer les dades exactes, ja que aquestes permetran de substituir amb avantatge les hipòtesis fetes per nosaltres.

Sobre la base de la classificació donada, la corba de la figura 2 permetrà determinar directament les hores ideals de servei a plena càrrega a què equivalen, per a ocasionar les mateixes pèrdues totals, les hores de funcionament o diferents càrregues parcials³.

La lectura d'aquests gràfics és molt senzilla. Admetem el mateix programa de servei diari donat en els paràgrafs anteriors, i admetem, també, que

³ En traçar els gràfics hom ha admès una hipòtesi: que les pèrdues variables són proporcionals al quadrat de la càrrega.

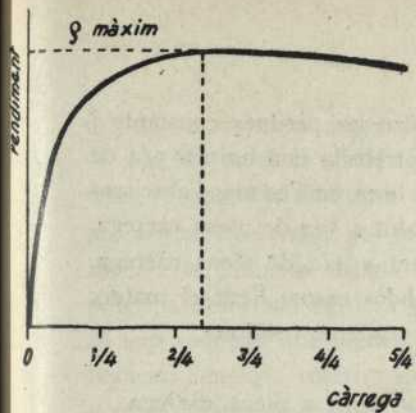


Figura 4

Forma general de la corba de rendiment quan les pèrdues variables són, a plena càrrega, iguals al doble de les pèrdues constants
 Rendiment màxim: a .58 % de plena càrrega

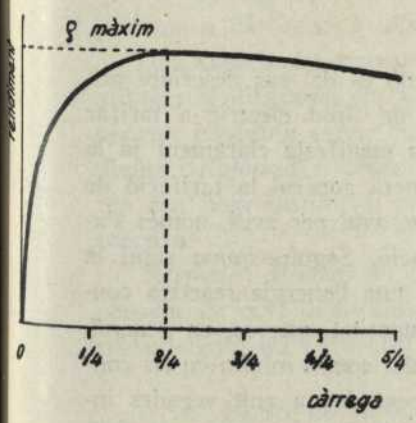


Figura 5

Forma general de la corba de rendiment quan les pèrdues variables són, a plena càrrega, iguals a tres vegades les pèrdues constants
 Rendiment màxim: a mitja càrrega

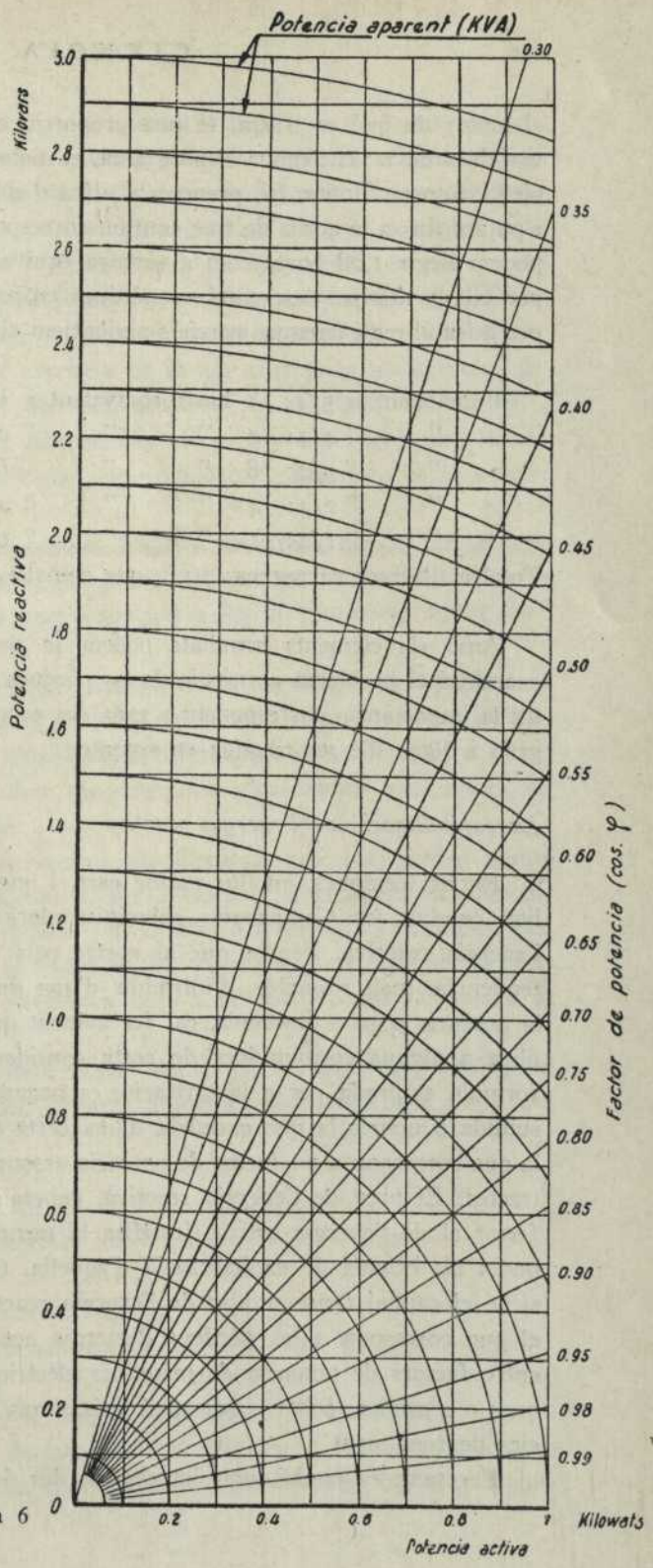


Figura 6

el motor de què es tracta, té una proporció entre les pèrdues constants i variables de 1 : 1. Segons el programa, el motor treballa una hora a 5/4 de plena càrrega; doncs, bé, prenent la xifra d'una hora en l'escala d'abscisses i pujant fins a la corba de traç continu corresponent a 5/4 de plena càrrega, podem llegir 1,28 hores com a càrrega equivalent a 4/4 de plena càrrega, per tal de dissipar les mateixes pèrdues en ambdós casos. Fent el mateix per a les altres càrregues parcials arribaríem als següents resultats:

Funcionant a 5/4:	1	hora,	equivalent	a	1,28	hora	a	plena	càrrega
"	"	4/4:	2	"	"	"	2	"	"
"	"	3/4:	8	"	"	"	6,20	"	"
"	"	2/4:	4	"	"	"	2,50	"	"
"	"	1/4:	1	"	"	"	0,52	"	"

Total a diverses càrregues: 16 h, que equivalen a 12,50 h, a plena càrrega.

Amb els elements estudiats podem ja resoldre amb tota senzillesa i exactitud el problema econòmic de les pèrdues d'energia, i atribuir a aquestes la importància corresponent a cada cas concret, però que en tots és molt gran i digna d'ésser tinguda en compte.

La capitalització de l'energia reactiva

Raons tècniques, en llur major part, i que no és del cas descriure ací, han conduït les Companyies subministradores de fluid elèctric a tarifar l'energia reactiva. Per bé que al nostre país es manifesta clarament ja la tendència, molt raonable, d'introduir d'una manera general la tarifació de la potència cega o dewaterada, cal fer avinent que, avui per avui, només s'aplica a alguns consumidors de certa consideració. Segons quina sigui la fórmula emprada per a la tarifació, es pagarà tota l'energia reactiva consumida o només la que excedeix d'una certa quantitat, que és, en general, la que correspon a un factor de potència assenyalat com a mínim en els contractes. El preu de l'energia reactiva, generalment deu a vuit vegades inferior al de l'energia activa, justifica la menor importància que hom atribueix als càlculs de capitalització d'aquella. Cal fixar-se, no obstant, que si bé el capital representatiu de l'energia reactiva és bastant més petit que el que correspon a les pèrdues d'energia activa, en canvi, les diferències entre factors de potència de màquines elèctriques de diferents característiques o marques, poden ésser molt més grans que si es tractés de diferències de rendiment.

Per tant, és també molt interessant des del punt de vista econòmic, el

calcular el consum anyal d'energia dawatada i capitalitzar el seu import.

La figura 6 és un diagrama que relaciona la potència watada (Kilowat), la potència dewatada (Kilovar) i la potència aparent (Kilovoltamper), per a qualsevol valor del factor de potència ($\cos \varphi$). Si, per exemple, s'absorbeix la potència watada de 1 Kilowat amb un $\cos \varphi = 0,6$, es veu que la potència dewatada és de 1,33 Kilovars i la potència aparent de 1,66 KVA. Si suposem ara que només hem de tenir en compte per al càlcul de capitalització, l'energia reactiva que excedeix de la que correspon a un factor de potència determinat, 0,85 per exemple, cercarem en el diagrama la potència reactiva que correspon a 1 Kilowat per al $\cos \varphi = 0,85$ i trobarem la valor de 0,62 Kilovars: la diferència $1,33 - 0,62 = 0,71$ Kilovars, és la potència cercada.

En rigor, el càlcul de la potència reactiva absorbida ha de fer-se com ho hem indicat per al càlcul de les pèrdues d'energia, és a dir, tenint en compte el factor de potència que correspon a les diferents càrregues parcials de funcionament.

No podem, però, amb caràcter general, donar un diagrama semblant al de la figura 2, però apropiat al factor de potència, ja que les lleis de variació d'aquest poden ésser sensiblement diferents d'un cas a l'altre.

El més segur serà consultar els subministradors sobre els factors de potència a càrregues parcials.

Una vegada determinat el consum mig d'energia reactiva, podem també utilitzar el diagrama de la figura 1, per a calcular la capitalització corresponent. Es faran servir les corbes i les escales d'abscisses i ordenades, que diguin "Potència reactiva" al costat de les xifres. Les xifres que no porten cap nota distintiva es refereixen tant a la potència activa com a la reactiva.

Exemple: Prenem el mateix donat abans, per al qual hem trobat un consum de 0,71 Kilovars per Kilowat absorbit i admetem que les altres dades siguin les següents:

Hores de servei.	3.000
Preu del Kilovar-hora... ..	1 cèntim
Tipus d'interès... ..	6 %
Anys per a l'amortització... ..	15
Potència absorbida pel motor	200 Kilowats

El factor de capitalització K, deduït dels gràfics 5-d, és $K = 9,7$.

Sortint (línia de punts) de la xifra 0,71 de l'escala de "Potència reactiva" i pujant fins a la corba corresponent a 3.000 hores, trobem un con-

sum anyal de 2.125 Kilovars-hora, la qual cosa correspon, per al preu d'un cèntim el Kilo-var-hora, a una anualitat de 21,25 pessetes per cada Kilowat absorbit pel motor; aquesta anualitat representa, en les condicions d'amortització fixades, un *capital* de pessetes 206; multiplicada aquesta xifra pels 200 Kilowats que en total absorbeix el motor, arribem a la xifra final de 41.200 pessetes com a *Capital representatiu del consum d'energia reactiva*.

Altres aplicacions del diagrama de la figura 1:

Per bé que la utilitat principal del diagrama de la figura 1 és la de facilitar el càlcul del *capital representatiu de les pèrdues d'energia* i del *capital representatiu de l'energia reactiva absorbida*, és evident que es pot utilitzar amb igual profit per a d'altres especulacions, singularment per al càlcul d'amortitzacions i capitalitzacions, amb caràcter general.

La tendència actual a tarifar l'energia reactiva fa que els fabricants cerquin mitjans per a compensar-la. Trobaran diverses solucions, tals com una instal·lació de condensadors estàtics, condensadors sincrònics, etc. Cada una d'aquestes solucions significarà una determinada despesa de primer establiment, i també una economia representada principalment per l'energia reactiva que no haurà de pagar. L'economia per any és l'*anualitat*, i la despesa de primer establiment, el *capital*. Portant aquestes quantitats com a abscisses i ordenades, respectivament, del gràfic 1-c, trobarem un punt de coincidència que ens determinarà el factor de capitalització K , que correspon al nostre cas. Conegut el factor K i el tipus d'interès, el diagrama 1-d ens dona el nombre d'anys en què quedarà amortitzada l'estructura.

Exemple: Un client paga anyalment 8.000 pessetes per consum d'energia reactiva i decideix, en principi, instal·lar una bateria de condensadors estàtics el preu dels quals, per material muntat, és de pessetes 16.000. El consum propi d'aquesta bateria, més les despeses d'entreteniment, vigilància, etc., puja a 500 pessetes per any. Per tant, l'economia realitzada seria 8.000—500, de pessetes 7.500.

El diagrama 1-c dona un factor $K=2,2$ quan el capital és de pessetes 16.000 i l'anualitat de pessetes 7.500. Si el tipus d'interès és el 6 %, el capital emprat resta amortitzat en 2,5 anys, segons ens diu el diagrama 1-d.

La instal·lació és, per consegüent, rentable, i des del punt de vista econòmic és a recomanar.

La perspiciàcia dels lectors trobarà encara nombroses aplicacions al diagrama de la figura 1, però no ho fem nosaltres per tal de no estendre'ns ja més.

RESUM:

Com a conclusions del nostre estudi, ens permetem de sentar algunes afirmacions i proposar les següents recomanacions:

1. El rendiment de totes les màquines equival a diners, i, en general, a molts més diners que el mateix preu de compra.
2. El factor de potència, les despeses d'entreteniment, recanvis, accessoris, seguretat en el servei, etc., equivalen a quantitats importants de diners.
3. La màquina més barata de compra, no és sempre la més econòmica. Aquesta serà aquella el preu de la qual—*Preu efectiu*—sigui més reduït.
4. Les toleràncies admeses per al rendiment garantit equivalen a quantitats de diners sensiblement iguals al preu d'oferta. Si, com succeeix amb freqüència, per errors constructius o per engany, el rendiment real és inferior al rendiment garantit, la pèrdua de diners que això representa per al client, pot arribar a sumes importantíssimes.
5. Abans de comprar una màquina es recomana d'estudiar curosament el règim de servei que més probablement haurà de desenrotllar. Caldrà tenir ben present que no és precisament el rendiment a plena càrrega el que interessa que sigui més elevat, sinó el que correspon a la càrrega mitja desenrotllada.
6. A l'objecte d'assegurar-nos de si la màquina que se'ns subministra és més o menys econòmica que l'oferta o prevista, es recomana vivíssimament que es comprovin els rendiments de les màquines rebudes. Aquesta missió ha de confiar-se als Laboratoris oficials d'Assaig. Fins a tal extrem és convenient aquest costum—nosaltres el judiquem imprescindible—que creiem seria de la més alta i mútua conveniència per als clients i per als subministradors, d'imposar l'habitud de lliurar, junt amb les màquines, el certificat oficial de llur assaig.
7. En principi, tota màquina que no compleix les garanties donades ha d'ésser rebutjada. No obstant els contractes haurien d'esmentar dos tipus de toleràncies acceptades: a) Una petita tolerància fins a la qual la màquina s'ha d'admetre sense alteració de preu; b) Una tolerància quelcom més important, fins a la qual la màquina ha d'ésser admesa, però amb penalitats progressives sobre el preu de venda. Si la segona tolerància és

ultrapassada, la màquina queda rebutjada i exigida una forta indemnització a favor del client.

8. El mateix criteri però en sentit invers, hauria d'ésser aplicat quan les garanties donades fossin millorades: és a dir, que s'haurien de fixar unes primes progressives a favor del subministrador quan les garanties ofertes fossin millorades.

JÓSEP SISTAC ZANUY

Enginyer de la Societat Espanyola d'Electricitat Brown Boveri

President de l'Associació de Directors d'Indústries Elèctriques i Mecàniques del I. E. M. A. de Barcelona