Director Tècnic
JOSEP I. MIRABET
Enginyer Industrial

Director Delegat
JAUME FONT I MAS

Administració
VIA LAIETANA, 39
Telèfon 12425

TÈCNICA
REVISTA TECNOLÒGICO INDUSTRIAL
PUBLICADA PER
L'ASSOCIACIÓ D'ENGINYERS
INDUSTRIALS
DE BARCELONA

Es publica
el dia 15 de cada mes

Número solt
1'50 ptes.

Subscripció anual
12 ptes.

Demaneu
la tarifa d'anuncis

Any LVI - Núm. 172 • Adherida a l'Associació Espanyola de la Premsa Tècnica • Maig de 1933

SUMARI:

EDITORIAL: El nostre esforç. — SECCIÓ TECNICA: Els esforços tallants en la flexió per compressió, per *P. Piñol Jardí.* — Detección por medio de aparatos rectificadores, per *Luis Guijarro Alcocer.* — CRÒNICA. — BIBLIOGRAFIA.

EDITORIAL

EL NOSTRE ESFORÇ

L'esforç portat a cap per la Direcció de TÈCNICA, per a lograr la col·laboració dels companys i fer de les seves pàgines un arxiu de les activitats científiques i tècniques dels nostres consocis, va donant el seu fruit i si hem pogut publicar treballs de remarcable originalitat en tenim d'altres en cartera en nombre tant considerable que ens obligarà a publicar algun número extraordinari, a fi de no retardar massa la seva publicació i correspondre d'aquesta manera a l'amabilitat dels nostres amics.

El primer d'aquests números extraordinaris apareixerà en el proper mes de juny i estarà dedicat a donar a coneixer un magnífic estudi sobre l'obtenció de l'àcid sulfúric, escrit per l'enginyer industrial senyor Francesc Salsas, l'autoritat del qual en la matèria és de tots reconeguda.

No dubtem que els nostres companys continuaran dispensant-nos l'honor d'enviar-nos els seus escrits, especialment aquells en que donguin compte dels resultats obtinguts per ells, en les seves recerques.

Serà aixi com, poc a poc, arribarem a fer d'aquesta revista un tot orgànic que sia un fidel mirall de l'activitat professional dels enginyers industrials de Barcelona.

SECCIÓ TÈCNICA

ELS ESFORÇOS TALLANTS EN LA FLEXIÓ PER COMPRESSIÓ

per **P. Piñol Jardí**, Enginyer Industrial

(Conclusió).

5. Esforços tallants.

Ja hem dit abans que el moment flector en un punt del prisma d'abscissa unitària $\xi = x : l$ val:

$$M = Fz = FA \text{ sen. } \pi\xi \qquad (68)$$

en la que A és la fletxa màxima al centre del prisma. Lfesforç tallant en el punt corresponent valdrà:

$$T = \frac{dM}{dx} = \frac{FA\pi}{l} \cos. \pi\xi \qquad (69)$$

és a dir, que el problema de la determinació de l'esforç tallant, queda rreduït al de la determinació de la fletxa màxima A. Coneguda aquesta quantitat, els esforços tallants variaran al llarg del prisma en forma

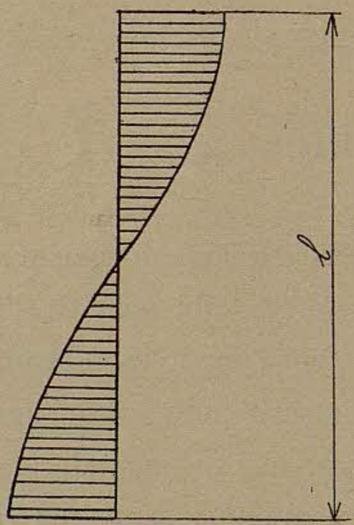

Fig. 13

sinusoidal, tal com indica la fig. 13: nul al centre (moment flector màxim); màxim als extrems (moment flector nul).

Keelhoff determina el valor de A en la forma següent. Quan el prisma arriba a la ruptura, la càrrega unitària màxima R_p valdrà, tota vegada que el prisma està subjecte a la flexió composta:

$$Rp = \frac{F}{S} + \frac{FAv}{I} = R + \frac{FAv}{I} \qquad (70)$$

i, per tant:

$$A = (Rp - R)\frac{I}{Fv} \qquad (71)$$

i els esforços tallants, seran:

$$T = \left(Rp - R\right)\frac{\pi I}{vl} \cos. \pi\xi \qquad (72)$$

Però, aquest prcediment, elegantíssim de forma, no és del tot correcte, per quant, el valor A no és una funció tan senzilla com podria desprendre's de l'equació (70), sinó que el vertader valor de R_p, en el cas de flexió composta per càrrega axial d'excentricitat d és:

$$R = \frac{F}{S} \pm \frac{Fv}{I} \frac{d}{\cos \frac{l}{2}\sqrt{\frac{F}{EI}}} \qquad (73)$$

Per tant, l'equació final que obtindriem no tindria la forma senzilla de la (72) sinó una altra força més complicada, i, lo que és pitjor, en funció de d quantitat essencialment indeterminada.

Aquest prrocediment és seguit per altres autors en forma més o menys variada i, naturalmente, amb idèntics resultats (1).

Chaudy segueix un camí força diferent. Suposa que la fadiga produïda per la flexió, és la mateixa que produiria una càrrega P actuant transversalment, al centre del prisma, o siga una flexió:

$$M = \frac{Pl}{4} = FA \qquad (74)$$

La càrrega unitària seria en aquest cas:

$$R = \frac{Pl}{4} : \frac{I}{v} = \frac{Plv}{4I} \qquad (75)$$

i l'esforç tallant màxim al extrem del prisma valdrà P:2, o siga:

$$T_{max} = \frac{2RI}{vl} \qquad (76)$$

Aquest procediment, ve a ésser per l'estil del seguit per Vierendeel, amb la diferència de que, aquest autor, suposa una càrrega uniformement repartida al llarg del prisma. Ambdos procediments suposen una repartició dels esforços tallants ben diferent del que és en realitat. Chaudy el suposa constant entre cada extrem i el centre, si bé de signe contrari en cada meitat del prisma. Vierendeel suposa una variació linial. En realitat, com ja hem vist, la variació és sinusoidal, tal com indica la fig. 13.

* * *

(1) Vegi's Velasco de Pando: «Elasticidad y Resistencia de Materiales» (1929); Wève: «Elasticité et Resistance des Matériaux» (1909).

Veiam ara, en quina forma pot resoldre's aquest problema sense fer cap hipòtesi, amb el sol auxili de les equacions fonamentals que venim utilitzant des del començ d'aquest treball.

Escribim de nou l'equació d'igualtat entre el treball de la força exterior, Θ, i els treballs de deformació elàstica deguts a la flexió $\mathcal{F}$, als esforços tallants W i als esforços normals $\mathcal{N}$. Tindrem la ja coneguda equació:

$$\Theta = \mathcal{F} + W + \mathcal{N} \qquad (77)$$

En el cas de que el prisma estigués recolzat per tirants o puntals, articulats o empotrats, o bé subjecte tot ell, a la reacció elàstica d'un medi exterior, aleshores, tindriem que afegir al segon membre de l'equació anterior un altre terme $\mathcal{E}$ que indiqués aquest treball exterir, en funció de la deformació del prisma. Aquest és el procediment seguit pels professors Timochenko i Jassinsky en la resolució de problemes interessantíssims, de que ja hem parlat, problemes que pels procediments antics d'investigació presentaven dificultats enormes i que en aquest procediment troben solució senzilla i elegantíssima. Però prescindim d'aquests cassos especials, ja que ens ocupem solament dels prismes isolats,e nn els que la resistència rau tan sols en el treball elàstic de la seva pròpia deformació.

Substituïm en l'equació (77) els valors corresponents, tals com ja hem fet altres vegades, però, sense prescindir, ara, del terme en $\mathcal{N}$ referent al treball dels esforços longitudinals. Tindrem:

$$\frac{1}{2}F\int_0^l\left(\frac{dz}{dx}\right)^2 dx = \frac{F^2}{2EI}\int_0^l z^2 dx + \frac{\chi F^2}{2E_t S}\int_0^l\left(\frac{dz}{dx}\right)^2 dx + \frac{F^2}{2ES}\int_0^l dx \qquad (78)$$

Substituint valors i reduint:

$$F = \frac{1}{\dfrac{l^2}{\pi^2 EI} + \dfrac{\chi}{E_t S} + \dfrac{2l^2}{ES\pi^2 A^2}} \qquad (79)$$

Es a dir, que la càrrega crítica F, ens ve donada en funció de la fletxa A, quantitat essencialment indeterminada. Ara veiem el perquè els autors que s'han ocupat d'aquest problema, seguint aquest procediment, han prescindit sempre, sistemàticament, del terme $\mathcal{N}$; no per major senzillesa del càlcul, ni perquè el terme $\mathcal{N}$ siga de poca importància, sinó perquè plantejat en aquesta forma, que és la única lògica, el problema no té solució, ja que ens trobem amb una equació amb dues incògnites F i A.

Però, com que F (càrrega crítica, o càrrega normal, ja que l'equació (77) es vàlida per qualsevol càrrega inferior a la crítica), la coneixem *per experiència* (valor donat per la fórmula d'Euler en esbelteses superiors a 100; o la de Tetmajer, o equivalents, en les inferiors a 100); substituint en l'equació (79) el valor de la càrrega crítica F, tindrem el valor de A. Fent en l'equació anterior, com de costum: $I = S\rho^2$; $\varepsilon = l:\rho$, $E_t = \mu E$ i, a més:

$$n = \frac{l}{F} \times \frac{\pi^2 EI}{l^2} \qquad (80)$$

tindrem:

$$\frac{A}{l} = \frac{1}{\varepsilon\sqrt{\dfrac{1}{2}\left[n - 1 - \dfrac{\pi^2\chi}{\mu\varepsilon^2}\right]}} \qquad (81)$$

El trencat de la quantitat subradical és sempre molt petit en els cassos més corrents de la pràctica; sols en cassos excepcionals tindrà un valor apreciable. Prescindim-ne i tindrem:

$$\frac{A}{l} = \frac{1}{\varepsilon\sqrt{\dfrac{n-1}{2}}} \qquad (82)$$

i substituint aquest valor en l'equació (69) tindrem, per fi:

$$T = \frac{\pi F}{\varepsilon\sqrt{\dfrac{n-1}{2}}}\cos.\ \pi\xi \qquad (83)$$

fórmula que ens dóna el valor de l'esforç tallant en cada punt del prisma, al moment d'iniciar-se el vinclament, o siga per la càrrega crítica F.

Alguns autors prefereixen calcular la gelosia en funció d'un esforç tallant *mig* constant en tot el llarg del prisma, com ho suposava Chaudy. Aquest esforç serà tal, que multiplicat per la meitat de la llargada del prisma, dongui una quantitat igual a l'àrea compresa entre l'eix i la corba de la fig. 13. Es a dir, que posant:

$$T_{max} = \frac{\pi F}{\varepsilon\sqrt{\dfrac{n-1}{2}}}$$

tindrem:

$$T_{mitj} = \frac{2}{l}\int_0^{l/2} T_{max}\cos\pi\xi\, dx = \frac{2}{\pi}T_{max} \qquad (84)$$

i, per tant, l'esforç tallant mitj, valdrà:

$$T = \frac{2F}{\varepsilon\sqrt{\dfrac{n-1}{2}}} \qquad (85)$$

fórmula ben senzilla i d'aplicació numèrica sumament còmoda.

Hem dit que:

$$n = \frac{1}{F} \times \frac{\pi^2 EI}{l^2} \qquad (80)$$

per tant quan $F = \dfrac{\pi^2 EI}{l^2}$ l'esforç tallant serà infinit i per valors de F superiors al indicat, l'esforç tallant serà *imaginari*. Ara bé; la fórmula (78) d'on procedeix la (85) és vàlida per qualsevol valor de F inferior a la càrrega crítica; per tant, també ho serà l'esforç tallant donat per la fórmula (85). Això ens condueix a dos punts de vista distints en l'aplicació de la fórmula (85):

a) Calcular el valor de n prenent per valor de E el que realment li correspongui per la càrrega a que treballa el material, lo que condueix a calcular el valor π^2EI en la forma que ja hem dit abans al tractar aquesta qüestió. En aquest cas, s'ha prendre per valor de F la càrrega que soporta el prisma en treball normal de seguretat, és a dir, en aquest cas, n es, propiament, el coeficient de seguretat.

b) Suposar, al calcular n, que F és la càrrega crítica donada pel Reglament alemany, segons siga l'esbeltesa del prisma. Aleshores calcular $\frac{\pi^2EI}{l^2}$ prenent $E = 2.100.000$ kgs./cm², que és el valor adoptat, en dit Reglament, per l'acer corrent de construcció.

En el numerador de la fórmula (85) F és sempre la càrrega real del prisma. En esbelteses inferiors a 100 aquest segon criteri b) donarà esforços tallants superiors als que donaria el criteri a), per tant, és el b) el que adoptarem. En canvi aquest criteri no és possible en les esbelteses superiors a 100, perquè l'esforç tallant ens resultaria infinit. Més endavant veurem lo que s'ha de fer en aquest cas.

* * *

A l'establir l'equació fonamental (78) hem pres com a moment flector el valor $M = Fz$. I bé; repetim ací lo que hem fet al deduir l'equació (23) o siga, prendre, com a moment flector, el valor:

$$M = EI\,\frac{d^2y}{dx^2} \qquad (20)$$

i, aleshores, seguint idèntica marxa a la seguida per deduir l'equació (81), tindrem:

$$\frac{A}{l} = \frac{1}{\varepsilon\sqrt{\frac{1}{2}\left[n\,(1-n) - \frac{\pi^2\chi}{\mu\varepsilon^2}\right]}} \qquad (86)$$

fórmula que es contradiu amb la (81). I no solsament es contradiu, sinó que, al substituir el valor (86) en la (69) tindrem, després de fer les degudes reduccions, com abans:

$$T = \frac{2F}{\varepsilon\sqrt{\frac{n\,(1-n)}{2}}} \qquad (87)$$

lo que suposa que per valors de $n > 1$ (sempre, en la pràctica, en qualsevol cas) l'esforç tallant seria imaginari.

Aquesta conclusió, conseqüència d'una deducció purament matemàtica, és absurda? De cap manera. No solament no és absurda, sinó que és absolutament lògica. Recordem que el càlcul de T l'hem fet a base de determinar la flexta A, és a dir, que hem suposat una fletxa en el prisma. Diu Considére en la seva Memòria, a la que ens hem referit al començament d'aquest treball, que la ruptura d'un prisma carregat de punta té lloc sense que prèviiament es manifesti cap fletxa perceptible; fins a l'extrem que, en les seves experiències, la ruptura tenia lloc així que la fletxa arribava a la petitesa de $^1/_4$ de micrón (1 micrón = una milèssima de milímetre); és a dir, que la ruptura es produeix *sense previ avís*. Tetmajer, per la seva banda, admet que, abans de produir-se la ruptura, es produeix una fletxa perceptible, peró tan sols d'algunes dècimes de milímetre i, excepcionalment, d'alguns milímetres. Tant Considère com Tetmajer afirmen que la càrrega crítica no depen de la fletxa inicial que el prisma pugui tenir, fins a tal punt, afirma Tetmajer, que alguns prismes amb fletxa inicial ben perceptible, per defecte de construcció, al carregar-los de punta *es redreçaven* abans de rompre's.

Es, doncs, evident, segons es desprèn d'aquestes experiències, que no és la fletxa la causa de la ruptura, i que, per tant, no és la flexió ni l'esforç tallant deriivats d'aquella fletxa, els que determinen la càrrega crítica. Per tant, tots els procediments de determinació de T a base de la prèvia determinació de A, estan tarats d'origen i, baix el punt de vista exclussivament teòric, són falsos. Per altra banda, això és fàcil de comprobar amb sols fer alguns exemples numèrics en la fórmula (82) i es veu que, per diferents valors de la càrrega crítica, el càlcul dóna fletxes inadmissibles per lo massa grans, tenint en compte les conclusions de Considère i Tetmajer.

Si volguessim apurar l'assumpte, podriem fer una altra comprobació. Al determinar el valor de Θ per substituir en l'equació (77) hem près, com sempre, un valor de la deformació donat per la fórmula (3), que procedeix del desenrotllament en sèrie de la (2) prenent solsament els dos primers termes; res ens impideix pendre un tercer terme d ela sèrie, i fent-ho així, el valor de Θ es converteix, després d'integrar, en:

$$\Theta = \frac{F}{2}\,\frac{\pi^2A^2}{2l} - \frac{3}{8}\,\frac{F}{8}\,\frac{\pi^4A^4}{l^3} \qquad (88)$$

que substituït en l'equació (78), després de les reduccions del cas, ens condueix a:

$$\frac{A}{l} = \pm\sqrt{\frac{16}{3\pi^2n}}\sqrt{\frac{1}{2}\left(n-1-\frac{\pi^2\chi}{\mu\varepsilon^2}\right) \pm \sqrt{\frac{1}{4}\left(n-1-\frac{\pi^2\chi}{\mu\varepsilon^2}\right)^2 - \frac{6\pi^2}{16}\,\frac{n}{\varepsilon^2}}} \qquad (89)$$

fórmula que no tan sols és més complicada que la (81), sinó que ens dóna per valor de $A : l$ *quatre* valors crítics diferents (abans n'hem obtingut dos, un per cada banda en que pot tenir lloc la flexió). Es fàcil de veure, sense necessitat de desenrotllar el càlcul, quin seria el resultat si prenguessim com a valor del moment flector l'indicat en (20), com ho hem fet per deduir la (86). Si, en la determinació de Θ, prenguessim un altre terme de la sèrie, aleshores obtindriem per valor de $A : l$, *sis* valors crítics diferents, i així successivament. Es admisible aquesta multiplicitat de valors crítics? Al nostre entendre, no. El mal ve de l'origen: d'haver establert el problema en un terreny fals.

Més, encara. Un investigador alemany, Zimmermann, ha publicat un treball (1) en el que, basant-se en uns estudis de Grashof, publicats en 1866, i altres estudis del propi Zimmermann, determina el valor de $A : l$ per un procediment que no hem pogut seguir amb detall per desconeixer els estudis de Grashof en que estan basats. Però lo interessant és que Zimmermann arriba a la curiosíssima conclusió següent (2):

que per	$n > 1$	$n = 1$	$n < 1$
$\frac{A}{l}$ es	imaginari	0	real

lo que no està d'acord ni amb la (81) ni amb la (86); és a dir, que es troben resultats diferents i fins contradictoris, segons el punt de vista en que hom es situa. Això és una proba més de la complexitat, realment extraordinària, d'aquest problema, únic, de la Mecànica de la Construcció.

Aleshores, el problema no té solució, i hem de renunciar a la determinació de l'esforç tallant? Plantejat en aquesta forma, en tota la seva generalitat, no que no en té de solució; ja hem vist les dificultats que presenta i les contradiccions a que ens condueix. Però si acceptem que l'esforç tallant és degut a la deformació sinusoidal del prisma, com ho hem vingut admetent en el curs d'aquest treball, aleshores sí que en té de solució, i ben senzilla; totes les dificultats desapareixen.

De les fórmules (85) i (87) pendrem, sens dubtar, la primera, no tan sols perquè en la seva determinació hem pres la valor exacta del moment flector i sols la aproximada en la deducció de la segona, sinó que la segona no ens resoldria el problema, ja que donaria, per l'esforç tallant, valors imaginaris en els casos més freqüents en la pràctica.

* * *

I bé; la fórmula (85), que hem deduit per consideracions purament matemàtiques, sense tenir en compt el'experiència, àdhuc contradint-la, segons els resultats de Considère i Tetmajer, quina confiança ens pot mereixer? Com es comportarà en la pràctica? Per saber-ho, hem cregut que lo millor era comparar els seus resultats amb els del procediment de Krohn, que és acceptat en el Reglament alemany i, sens dubte, el més usat en les oficines tècniques alemanyes. Posem els exemples següents:

(1) H. Zimmermann: «Der Begriff der Knickgrenze», Z. d. V. D. I. Febrer 1926.

(2) Al final del seu estudi diu Zimmermann que la valor de $A : l$ depèn exclusivament de la valor n i afegeix qun: «Das was ausscheinend bisher nicht bekannt».

Calcular l'esforç tallant en la columna, quina secció representa la fig. 14, i que està formada per dos ferros U, P. N. 20, separats a la distància $a = 12$ cm. Alçada de la columna, $l = 6.00$ metres.

Segons les dades del formulari «Stahl im Hochbau» (ed. 1930) les característiques de la secció, són les següents:

$I_y = 4430$ cm^4.
$S = 64.4$ cm.
$\rho = 8.29$ cm.

i la càrrega de seguretat que pot suportar la columna, segons les taules del mateix formulari, és:

$$F = 49.9 \text{ tones.}$$

Amb aquestes dades, podem calcular els resultats següents:

esbeltesa: $$\varepsilon = \frac{600}{8.29} = 72.5$$

Càrrega crítica, segons el Reglament alemany:

$$F_c = 64.4 \times 2.3 = 148 \text{ tones.}$$

$$\frac{\pi^2 EI}{l^2} = 258 \text{ tones} \qquad (E = 2.100.000 \text{ kgs/cm}^2)$$

$$n = \frac{258}{148} = 1.74 \qquad \sqrt{\frac{n-1}{2}} = 0.61$$

Per tant, per la càrrega normal de la columna, l'esforç tallant, serà:

$$T = \frac{2F}{\varepsilon \sqrt{\frac{n-1}{2}}} = \frac{2 \times 49.9}{72.5 \times 0.61} = 2.27 \text{ tones.}$$

Krohn calcula l'esforç tallant, en columnes formades per dos elements, tal com indica la fig. 14, per medi de la senzilla fórmula:

$$T = \frac{S'}{14} \qquad (90)$$

en la que S' és la secció en cm² de un sol element de la columna, és a dir, la meitat de la secció total. La constant del denominador té sempre el mateix valor qualsevol que siga la forma i les dimensions de la columna, sempre que estigui formada per sols dos elements iguals, com és el nostre cas. L'esforç T en tones. En el cas que estudiem serà, doncs:

$$T = \frac{32.2}{14} = 2.30 \text{ tones.}$$

* * *

Repetim el càlcul per la llargada menor que porten les taules del «Stahl im Hochbau», en la mateixa secció. Llargada $l = 2.50$ metres. L'esbeltesa, serà ara:

$$\varepsilon = \frac{250}{8.29} = 30.2$$

Càrrega crítica, segons el Reglament alemany:

$$F_c = 64.4 \times 2.4 = 154 \text{ tones.}$$

$$\frac{\pi^2 EI}{l^2} = 1490 \text{ tones}$$

$$n = \frac{1490}{154} = 9.75 \qquad \sqrt{\frac{n-1}{2}} = 2.08$$

La càrrega, en treball normal, que dona «Stahl im Hochbau», és: $F = 72.9$ tones. L'esforç tallant, per aquesta càrrega, serà:

$$T = \frac{2 \times 72\ 9}{30.2 \times 2\ 08} = 2.31 \text{ tones.}$$

Segons Krohn, igual que abans: $T = 2.30$ tones.

* * *

Repetim el càlcul per un altra esbeltesa més alta. $l = 7.50$ metres.

$$\varepsilon = \frac{750}{8\ 29} = 90.5$$

Càrrega crítica segons el Reglament alemany:

$$F_c = 64.4 \times 2.155 = 138 \text{ tones.}$$

$$\frac{\pi^2 EI}{l^2} = 165 \text{ tones}$$

$$n = \frac{165}{138} = 1.2 \qquad \sqrt{\frac{n-1}{2}} = 0.317$$

La càrrega en treball normal que «Stahl im Hochbau» asigna a n'aquesta columna, és $F = 34.9$ tones. Per aquesta càrrega, l'esforç tallant, serà:

$$T = \frac{2 \times 34.9}{90.5 \times 0.317} = 2.45 \text{ tones.}$$

Segons Krohn, com sempre: $T = 2.30$ tones.

* * *

Exemples com els anteriors, els hem repetit moltes vegades, en perfils des de 10 cm. fins a 40 cm. i esbelteses des de 15 fins a més de 90. Els resultats han concordat sempre amb els de Krohn i la discrepància rares vegades ha arribat a 10 %, fent les operacions amb regla de càlcul. Conseqüència: que l'esforç tallant és independent de l'esbeltesa i de la càrrega, *sempre que, per la determinació d'aquesta, es faci us del Reglament alemany.* Si acceptem això, lo més senzill serà calcular l'esforç tallant, qualsevulga que siiga l'esbeltesa de la columna, com si l'esbeltesa fos inferior a 60, en la qual, segons el Reglament alemany, la càrrega unitària crítica, per l'acer corrent de construcció, és sempre de 2.400 kilos/cm^2.

Fent-ho així, el valor de n serà sempre molt gran i, per tant, podrem prescindir de l'unitat al calcular el radical de la fórmula (85). Aleshores, la quantitat subradiical de dita equació, es converteix en:

$$\frac{n}{2} = \frac{\pi^2 EI}{2Fl^2}$$

Ja hem dit que $F = 2400$ kgs./cm^2. Posant, com de costum: $I = S\rho^2$ i $\varepsilon = l:\rho$ l'expressió anterior es converteix en:

$$\frac{\pi^2 E}{4800\ \varepsilon^2}$$

En el numerador de la fórmula (85) la càrrega unitària de seguretat és sempre una fracció K de la crítica. Per tant, substituint valors en (85) i posant, com sempre: $E = 2.100.000$, tindrem:

$$T\ (\text{kilos}) = \frac{4800\ KS}{66}$$

i posant T en tones (S sempre en cm^2.):

$$T = \frac{KS}{13.8}$$

El coeficient de seguretat, K, en esbelteses baixes, segons el Reglament alemany, està comprès entre $1:1.7$ i $1:2.0$. Si prenem $K = 1:2$, aleshores el numerador de l'expressió anterior es converteix en S' de la fórmula (90) de Krohn, i l'expresió anterior esdevé:

$$T = \frac{S^1}{13.8}$$

o siga, gairebé, la mateixa fórmula (90) de Krohn.

Llealment, honradament, hem de declarar que desconeixem, en absolut, els estudis de Krohn i el procés que ha seguit per la determinació de la seva fórmula. Per la determinació de la nostra (85) hem seguit el procés purament, exclussivament, matemàtic que acabem de descriure. Si Krohn, a més, ha tingut en compte altres fets de caràcter experimental, ho ignorem.

* * *

Per al cas de les columnes formades per més de dos elements, com és el representat en la fig. 15, Krohn usa la fórmula següent:

$$T = \frac{W}{28\rho} \tag{91}$$

en la que W i ρ són el moment resistent i el radi de gir de la secció, expressats en centímetres. T, com sempre, en tones. La fórmula (90) de Krohn, no té en compte més que el valor de la secció, prescindint de la manera com aquesta estigui distribuída, cosa que hem justificat plenament per al cas de la fig. 14 o similars. El cas de la fig. 15 no és igual, i entenem que és evident que s'ha de tenir en compte també la rigidesa, ja que la resistència variarà segons la manera com la secció estigui distribuída.

Observem que la fórmula (90) pot transformar-se, multiplicant numerador i denominador per 2ν i posant, com de costúm $I = S\rho^2$; $W = \frac{I}{\nu}$ en:

$$T = \frac{S^1}{14} = \frac{W}{28\rho} \times \frac{\nu}{\rho}$$

Aquesta fórmula, és exactament la mateixa (90) i, per tant, tampoc té en compte la rigidesa de la secció però ens ensenya que la valor de T depèn de la relació $\nu : \rho$ que, en el cas de la fig. 14, no teniem en compte. Aquesta relació és sempre superior a l'unitat en el cas de les columnes tipus (fig. 15) o similars. Però en aquestes columnes el valor de T serà sempre inferior al cas de la fig. 14, perquè, en aquestes últimes, els elements estan protegits per sols una cara, mentre que en la fig. 15 els elements interiors estan protegits per les dues cares. ¿Bastarà la supressió del factor $\nu : \rho$ per a que la resta de la fórmula expressi la realitat del valor de T: Ho ignorem; però és el cas que, amb la supressió d'aquest factor, lo que equival, en realitat, a multiplicar l'equació (90) per el factor $\rho : \nu$, la fórmula (90) queda convertida en la (91).

Repetim que ignorem els estudis de Krohn i, per tant, en quina forma ha passat de la (90) a la (91), o viceversa, molt possiblement això últim; però les consideracions que acabem de fer, tot i no essent una demostració, són, fins a cert punt, una explicació.

Acceptant aquest criteri, l'equació (85) es convertiria, per al cas de les columnes, tipus (fig. 15) o similars, en la:

$$T = \frac{2F}{\varepsilon\sqrt{\frac{n-1}{2}}} \times \frac{\rho}{\nu} \qquad (92)$$

Amb aquesta fórmula hem fet la mateixa comprobació d'abans en la (90) amb el mateix resultat, sobretot en perfils mitjans i alts (de 14 a 40), i hem trobat algun adiscrepància en els perfils baixos, de 8 de 10.

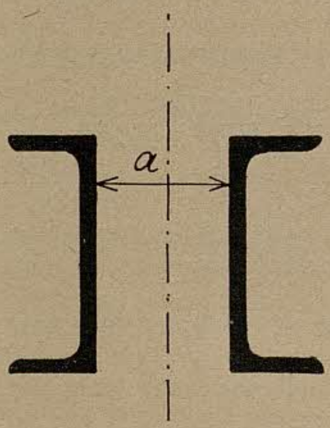

Fig. 14

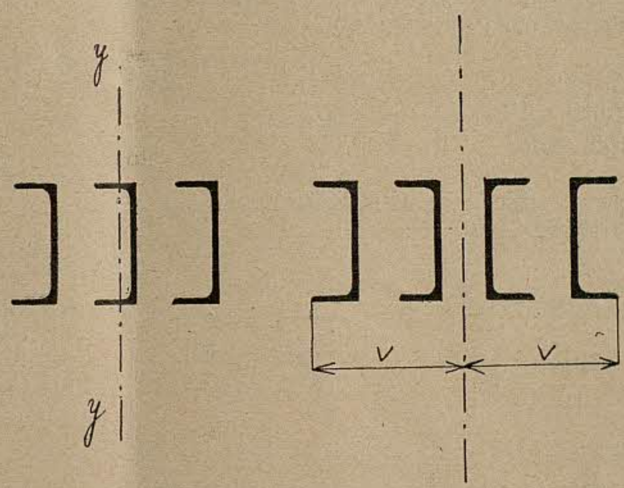

Fig. 15

Abans de deixar aquest tema, volem fer avinent que Krohn calcula les columnes tipus (figs. 14 i 15) suposant (amb tota raó) que la càrrega no es disstribueix per igual en tots els elements.

Així, en la fig. 14 Krohn suposa que un dels elements porta la càrrega

$$F_1 = F \frac{68\,h}{136\,h - l}$$

en que F_1 és la càrrega de l'element més carregat; F la càrrega total de la columna; h la distància entre els c. d. gr. dels elements; i l, com sempre, la llargada de la columna.

En les columnes tipus (fig. 15) els elements exteriors són calculats per a resistir la càrrega:

$$F_1 = F \frac{S^1}{S} \frac{272}{272 - \varepsilon}$$

S' la secció del element exterior; S la secció total. Es veu, doncs, que els elements exteriors estaran més carregats, tant com major siga l'esbeltesa.

* * *

Com aplicació d'aquest capítol, completem l'estudi dels exemples exposats en el capítol anterior.

Calculem l'esforç tallant en la soldadura de la columna representada per la fig. 2:

$\rho = 5.9$ cm.
$l = 4.13$ mtrs.
$I = 2246$ cm^4. $\qquad \varepsilon = \frac{413}{5.9} = 70$
$S = 64.4$ cm^2.
Càrrega crítica, segons el Reglament alemany:
$F_c = 64.4 \times 2.32 = 149$ tones.

$$\frac{\pi^2 EI}{l^2} = 276 \text{ tones} \qquad \sqrt{\frac{n-1}{2}} = 0.655$$

$$n = \frac{276}{149} = 1.85$$

Si suposem que la càrrega normal de la columna és de 30 tones (coeficient de seguretat $=5$), l'esforç tallant valdrà:

$$T = \frac{2F}{\varepsilon\sqrt{\frac{n-1}{2}}} = \frac{2 \times 30}{70 \times 0.655} = 1.31 \text{ tones.}$$

i la càrrega unitària, per esforç tallant, sobre la soldadura, valdrà

$$t = \frac{TMe}{aI} = \frac{1310 \times 177}{0.4 \times 2246} = 260 \text{ kgs/cm}^2$$

Calculem, ara, els esforços sobre la gelosia en l'exemple representat per la fig. 11.

$l = 8.00$ mts. $\rho = 18$ cm.
$I = 12.390$ cm^4.
$S = 37.6$ cm^2. $\varepsilon = \frac{800}{18} = 44.5$

La càrrega crítica, segons el Reglament alemany:
$F_c = 37.6 \times 2.4 = 90$ tones.

$$\frac{\pi^2 EI}{l^2} = 405 \text{ tones.}$$

$$n = \frac{405}{90} = 4.5 \qquad \sqrt{\frac{n-1}{2}} = 1.33.$$

Si suposem que la càrrega normal de la columna és de *18* tones (coeficient de seguretat $=5$), l'esforç tallant serà:

$$T = \frac{2F}{\varepsilon\sqrt{\frac{n-1}{2}}} = \frac{2 \times 18}{44.5 \times 1.33} = 0.6 \text{ tones.}$$

La fadiga de la gelosia serà:

$$t = \frac{600\sqrt{2}}{2 \times 3.08} = 140 \text{ kgs/cm}^2.$$

Si la unió de la gelosia amb els montants, es fa per un sol rebló de 11 milímetres de diàmetre, la càrrega unitària del rebló, a l'esforç tallant, serà:

$$\frac{600\sqrt{2}}{2 \times 0\ 95} = 445 \text{ kgs/cm}^2$$

i la càrrega per compressió:

$$\frac{600\sqrt{2}}{2 \times 1\ 1 \times 0.4} = 965 \text{ kgs/cm}^2.$$

* * *

Com a exemple final, calculem l'esforç tallant en la barra rompuda al pont de Quebec, que hem estudiat en el capítol anterior. Ja hem dit que, la barra es rompé quan la càrrega unitària arribà a 1.300 kgs./cm^2, o sigui, per una càrrega total:
$F = 5.632 \times 1.3 = 7.300$ tones.
La càrrega crítica, segons el Reglament alemany ($\varepsilon = 32.7$):
$F_c = 5.632 \times 2.4 = 13.500$ tones.
$I = 15.774.000$ cm^4.
$l = 1.730$ cm.
$\rho = 53$ cm.
$v = 85$ cm.

$$\frac{\pi^2 EI}{l^2} = 110.000 \text{ tones}$$

$$n = \frac{110.000}{13.500} = 8.15 \qquad \sqrt{\frac{n-1}{2}} = 1.89.$$

Quan ocorregué la ruptura, l'esforç tallant era de:

$$T = \frac{2F}{\varepsilon\sqrt{\frac{n-1}{2}}}\frac{\rho}{v} = \frac{2 \times 7300 \times 53}{32.7 \times 1.89 \times 85} = 148 \text{ tones.}$$

La gelosia estaba formada, en cada cara del prisma, per un montant format per un sol àngle de $75 \times 75 \times 10$ o sigui uns 14 cm^2.; és a dir: 28 cm^2. en les dues cares. Les diagonals (dues en X en cada cara) estaven formades d'un angle igual a l'anterior. L'esforç sobre la diagonal, era doncs, a l'ocórrer la ruptura:

$$\frac{1}{2}\ \frac{148\sqrt{2}}{28} = 3.7 \text{ tones/cm}^2.$$

La secció resistent dels reblons d'una cara era de 30 cm^2. La fadiga per esforç tallant en els reblons era, doncs, de:

$$3.7\ \frac{28}{30} = 3.45 \text{ tones/cm}^2.$$

Ja hem dit abans que, segons el dictamen de la comissió investigadora, la ruptura començà pels reblons.

Repetim, ara, el càlcul, segons el mètode de Krohn.

Per l'esbeltesa 32.7, el Reglament alemany assigna a l'acer corrent de construcció, un coeficient de vinclament (Knickzahl) $\omega = 1{,}0635$. Prenent com a càrrega unitària *tipus* 1.200 kgs./cm^2., la càrrega de seguretat que el Reglament alemany hauria assignat al prisma, hauria estat:

$$F = \frac{1200 \times S}{w} = \frac{1200 \times 5632}{1\ 0635} = 6.350 \text{ tones.}$$

El moment resistent de la secció era $W = 185.000$ cm^3. Per tant, per la càrrega anterior, la fórmula (91) de Krohn (el prisma estava format per quatre elements, a l'estil de la fig. (15)) donarà un esforç tallant:

$$T = \frac{W}{28\rho} = \frac{185.000}{28 \times 53} = 125 \text{ tones.}$$

Pero la càrrega real del prisma, a l'ocórrer la ruptura, ja hem dit que era de $F = 7.300$ tones. L'esforç tallant, al produir-se la ruptura era, doncs, de

$$125 \frac{7300}{6350} = 145 \text{ tones}$$

d'acord, amp poca diferència, amb el resultat de la fórmula anterior.

6. Pilans de mamposteria.

En tot lo dit anteriorment, ens hem referit sempre a construccions metàl·liques. Però és evident que pot aplicar-se, igualment, a qualsevol altre material, tenint en compte tan sols les corresponents variacions del mòdul d'elasticitat, i càrrega de resistència a la ruptura.

Fusta. — Tenint en compte la gran heterogeneitat d'aquest material, es fa molt difícil de reduir el vinclament a fórmules que ofereixin una certa garantia. En cada cas especial el millor és acudir a taules de resistència de cada varietat de fusta, i per dimensions determinades. Aquestes taules deduïdes per experiència, i després extrapolades, l'únic camí possible, donen la solució millor i menys exposada a errors.

Mamposteria. — La característica de les columnes o pilans construïts en aquest material, és el baix valor de l'esbeltesa; esbelteses superiors a 40 no són freqüents, i superiosr a 60 són gairebé excepcionals. Això, junt amb la, relativament, baixa resistència específica del material i, sobre tot, la inseguretat en la variació del mòdul d'elasticitat en funció de la càrrega, fa que el càlcul d'aquests elements, siga força diferent del que hem fet amb les construccions metàl·liques, i mai tant precís. Tan sols en el formigó, la llei de variació del mòdul d'elasticitat en funció de la càrrega, és coneguda amb una certa precisió. Zafra (1) utilitza la llei expressada per la fórmula de Ritter per a establir la seva fórmula de resistència de pilans de formigó armat; l'experiència ha confirmat els resultats previstos per Zafra i la seva fórmula ofereix tota la garantia.

Exactament el mateix farem per les construccions en mamposteria ordinària. Suposarem que la llei de Ritter es compleix igualment que en el cas del formigó, suposició tant més justificada, per quan en les construccions d'una certa responsabilitat, el morter es fa sempre a base de bon ciment porland o, al menys, de cals hidràulica de fraguat no massa ràpid i alta resistència.

Designant per F_2 la càrrega de ruptura en daus; F la càrrega en treball normal; S com sempre, la secció; i Δ l'allargament per unitat de longitud, la llei de Ritter, a que ens hem referit, diu:

$$\frac{F}{S} = \frac{F_2}{S} \left[1 - e^{-1.000\,\Delta} \right] \qquad (1)$$

(1) Zafra: «Construcciones de hormigón armado» (1911) i (1923).

en la que e és la base dels logaritmes neperians. Si aquesta llei es compleix, el mòdul d'elasticitat, serà:

$$E = \frac{d\,\frac{F}{S}}{d\Delta} = \frac{F_2}{S} \times 1.000\, e^{-1.000\,\Delta} \qquad (2)$$

i, tenint en compte la (1):

$$E = 1.000 \left[\frac{Fr}{S} - \frac{F}{S} \right] \qquad (3)$$

Substituint aquest valor en la formula de Euler (en la que prescindirem del terme de correcció de l'esforç tallant, pel baix valor del coeficient de forma en aquestes construccions, que val, tot lo més, 1.2) tindrem:

$$\frac{F}{S} = \frac{E}{\left(\frac{\varepsilon}{\pi}\right)^2} = \frac{1.000 \left[\frac{F_2}{S} - \frac{F}{S} \right]}{\left(\frac{\varepsilon}{\pi}\right)^2} \qquad (4)$$

o siga

$$\frac{F}{S} = \frac{\frac{F_2}{S}}{1 + \left(\frac{\varepsilon}{100}\right)^2} \qquad (5)$$

El valor $F:S$ representa la càrrega unitària crítica del pilar en funció de la càrrega unitària de ruptura en daus $F_2:S$. La càrrega, en treball normal, serà una fracció n de la $F:S$, o siga:

$$\frac{F}{S} = \frac{n\,\frac{F_2}{S}}{1 + \left(\frac{\varepsilon}{100}\right)^2} \qquad (6)$$

Amb aquesta fórmula, coneguda la càrrega de ruptura en daus $F_2:S$ del material, i, adoptat un cert coeficient n de seguretat, res més fàcil que calcular la càrrega que podrà suportar el pilar, per una esbeltesa i una seguretat determinades. Suposant, com és lo més freqüent, que el pilar és de secció quadrada, de cantell a tindrem:

$$\varepsilon = \frac{l}{\rho} = \sqrt{12}\,\frac{l}{a} \qquad (7)$$

$$\frac{F}{S} = \frac{n\,\frac{F_2}{S}}{1 + 0.0012\,\varepsilon^2} \qquad (8)$$

designant ara per ε l'esbeltesa geomètrica.

Exemple. — Un pilar de «totxos» de 45×45 cm. i 5 metres d'alçada, fet amb morter de ciment porland. La càrrega normal d'una mamposteria no subjecte a vinclament, en aquest material, és $= 7.5$ kgs./cm². La resistència del pilar pel mateix coeficient de seguretat, serà tan sols de:

$$\frac{F}{S} = \frac{7\,5}{1.15} = 6.5 \text{ kgs./cm}^2.$$

Es a dir, que el pilar té en 15 % menys de resistència que un massís del mateix material i per les mateixes condicions de seguretat.

En quant als esforços tallants, seran sempre reduidíssims; però si, en algun cas especial, convingués comprobar-ho, la fórmula (85) resoldria el problema.

Com a cas curiós, comprobarem l'estabilitat d'uns pilans notabilíssims: els de l'església de «Tous les Saints» d'Angers, citats per Vierendeel, en el seu tractat de construcció, d'on treiem les dades numèriques. Els pilans, que suporten les reaccions equilibrades d'uns arcs ogivals, són de les característiques següents:

Alçada: $l = 7.80$ metres.

Càrrega normal: $F = 31.300$ kilos.

Secció, circular de diàmetre $d = 0.30$ metres. radi de gir:

$$\rho = \frac{1}{4}\, d = 7.5 \text{ cm.}$$

esbeltesa:

$$\varepsilon = \frac{l}{\rho} = \frac{780}{7.5} = 104$$

que és un valor realment excepcional, en pilans d'obra. Amb raó Vierendeel diu d'aquests pilans que «ils sont reputés les plus hardis connus».

La càrrega unitària de ruptura de la pedra de que són fets, és:

$$F_2 : S = 437 \text{ kgs./cm}^2.$$

La càrrega unitària del pilar és (prescindint del pes propi, 1.400 kilos, molt petit en comparació de la càrrega externa):

$$F : S = 44.5 \text{ kgs./cm}^2.$$

De la fórmula (6) deduïm:

$$44.5 = \frac{437\, n}{1 + \left(\frac{104}{100}\right)^2} = \frac{437}{2.08}\, n$$

i el coeficient de seguretat serà:

$$n = \frac{1}{4.75}$$

quan, si no tinguessim en compte el vinclament, el mateix coeficient seria:

$$n = \frac{44\,5}{437} = \frac{1}{9.8}$$

Com a curiositat, calculem l'esforç tallant en aquest pilar. El mòdul d'elasticitat, segons la fórmula (3) valdrà:

$$E = 1.000 \left[\frac{F_2}{S} - \frac{F}{S}\right] = 392.500 \text{ kgs./cm}^2$$

(El «Hutte» dóna pel granit, a la compressió, $E = 300.000$ kgs./cm².)

$$\frac{\pi^2 EI}{l^2} = 256.000 \text{ kgs.}$$

La càrrega del pilar és $F = 31.300$ kilos.

$$n = \frac{256.000}{31.300} = 8.2 \quad ; \quad \sqrt{\frac{n-1}{2}} = 1.9$$

L'esforç tallant serà, doncs:

$$T = \frac{2 \times 31.300}{104 \times 1.9} = 320 \text{ Kgs.}$$

La càrrega unitària màxima, al centre del pilar, serà:

$$t_{max.} = \frac{4}{3}\,\frac{320}{706} = 0.6 \text{ kgs./cm}^2.$$

Barcelona, Gener, 1933.

DETECCION POR MEDIO DE APARATOS RECTIFICADORES

por **Luis Guijarro Alcocer,** Comandante Infantería Marina e Ingeniero Radioelectricista de la E S E de París

Un aparato receptor puede estar formado de cuatro maneras distintas: 1ª por un amplificador de alta frecuencia, un detector y un amplificador de baja frecuencia; 2ª por un amplificador de alta frecuencia y un detector; 3ª por un detector y un amplificador de baja frecuencia; y 4ª por un detector.

Vemos, pues, que de las tres partes principales que se compone todo receptor hay una, que es la detección, que no se puede suprimir. Esto es debido a que las oscilaciones, que se toman como vehículo de la señal debido a su mejor radiación y propagación, no son la señal en sí. Dichas oscilaciones son demasiado rápidas para accionar un relais o un altavoz y aun dado el caso que se encontrase un relais (1) lo suficientemente sensible para ser accionado por dichas oscilaciones nos encontraríamos, cuando quisiéramos recibir la voz o la música, o aun las señales telegráficas al oído, con que no oiríamos nada debido a que nuestro oído sería incapaz de acusarlas, pues ellas son del orden del millón o más y el oído no responde a las vibraciones ni inferiores a 8 ni superiores a 40.000 o 50.000.

Para oir los sonidos graves, es preciso que estos sean sinusoidales y de gran amplitud, pues sino los que se oyen son los harmónicos.

Los sonidos más graves, de los cuales el oído puede apreciar la altura, son los que corresponden a 40 vibraciones por segundo aproximadamente.

Hay muy pocas personas que puedan percibir sonidos de 40.000 vibraciones por segundo.

El objeto de la detección es hacer reaparecer lo que constituye la señal o sea la modulación o la manipulación que las oscilaciones de alta frecuencia transportan, es decir, hacer reaparecer la forma de la corriente microfónica o telegráfica que constituye la variación de la amplitud de dichas oscilaciones de *a. f.*

Para detectar se ha recurrido siempre, más o menos directamente, a un conductor que no sigue la ley de Ohm, es decir, en el cual *la corriente no es proporcional a la tensión.*

Si la corriente no es proporcional a la tensión, es decir, si su cociente no es constante, se puede representar la relación que los liga, sea geométricamente por una curva, sea algébricamente por una función

$$i = f(e)$$

Consideremos un conductor de esta naturaleza y sometámoslo a la acción de una fuerza-electromotriz sinusoidal U sen Ωt. La corriente, que es también una función periódica del tiempo, se puede siempre expresar por medio de la serie de Fourrier

$$i = f(e) = f(\mathrm{U} \text{ sen } \Omega t) = \mathrm{I}_o + \sum_{m=1}^{m=\infty} a_m \text{ sen } m\alpha + \sum_{m=1}^{m=\infty} b_m \cos m\alpha$$

siendo I_o a_m y b_m constantes, y m un número entero.

Los términos de las sumas $\sum_1^\infty a_m$ sen $m\alpha$ y $\sum_1^\infty b_m \cos m\alpha$ son funciones harmónicas simples y desaparecerían si se integrase esta serie en un período completo. Por otra parte, siendo I_o una constante será independiente de tal integración y podrá ser medida por un aparato de corriente continua. Luego siempre que I_o sea diferente de 0, la función $f(e)$ será tal que el aparato habrá producido una rectificación.

Por consiguiente, la condición fundamental para rectificar por medio de un aparato es por lo tanto

$$\int_o^{\mathrm{T}} f(e)dt \neq o \qquad (2)$$

Esto ocurre cuando

$$(3) \quad \int_o^{\frac{\mathrm{T}}{2}} f(e)dt = o \quad \text{siendo} \quad \int_{\frac{\mathrm{T}}{2}}^{\mathrm{T}} f(e)dt \neq o$$

$$\text{ó} \quad \int_{\frac{\mathrm{T}}{2}}^{\mathrm{T}} f(e)dt = o \quad \text{siendo} \quad \int_o^{\frac{\mathrm{T}}{2}} f(e)dt \neq o$$

o cuando

$$\int_o^{\frac{\mathrm{T}}{2}} f(e)dt \gtrless \int_{\frac{\mathrm{T}}{2}}^{\mathrm{T}} f(e)dt$$

Consideremos un aparato en el cual se pueda suponer que sea satisfecha una de las condiciones anteriores. La fuerza-electromotriz sinusoidal U sen Ωt aplicada será parcialmente rectificada produciendo una corriente media (o variación de la corriente de reposo si ésta existiese) I_o.

Supongamos ahora que la amplitud U sea modulada por el coeficiente

$$1 - m \times \mathrm{S}\,(\omega t) = h$$

siendo S (ωt) una función moduladora periódica de baja frecuencia y de pulsación ω.

Como esta variación es bastante lenta (ya que la frecuencia de la modulación es mucho más baja que la principal), para que el cambio sea imperceptible durante todo el tiempo de duración de un período de alta frecuencia, tendremos que la corriente media I_o seguirá muy aproximadamente las variaciones de dicha amplitud U y que por lo tanto hará reaparecer la modulación transportada.

En efecto:

La corriente media durante un período de alta frecuencia es

$$i = \frac{1}{\mathrm{T}} \int_o^{\mathrm{T}} f(\mathrm{U} \text{ sen } \Omega t)\, dt = \mathrm{F(U)}$$

(1) La teoría de los pequeños movimientos nos enseña que los órganos receptores mecánicos sometidos a acciones alternativas no son sensibles más que a las acciones sinusoidales de baja frecuencia.

Teniendo en cuenta la condición dada a h la integración es válida cuando se reemplaza U por

$$U - m \, . \, U \times S \, (\omega t)$$

Ahora bien, considerando el último término como un crecimiento y desarrollando por la serie de Tailor se obtiene

$$i' = F \, (U) - m US \, (\omega t) \, F' \, (U) + \ldots \text{ etc.}$$

en donde se ve que además de las diversas componentes parásitas, se tiene la componente útil

$$i_u = - F' \, (U) \cdot m \cdot US \, (\omega t)$$

la cual hace reaparecer la modulación.

Los aparatos que cumplen con la condición (3) son: 1º Los que dejan pasar las corrientes en una sola dirección (fig. 1ª) y para los cuales $f(e)$ puede

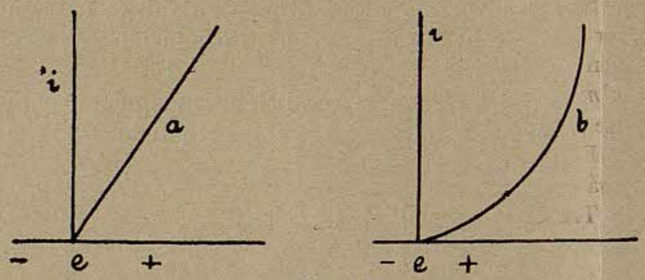

fig. 1ª

ser una función de e durante medio período como, por ejemplo, la lámpara rectificadora; 2º Los que dejan pasar la corriente solamente en una dirección (fig. 2ª) y para los cuales $f(e)$ es una función fini-

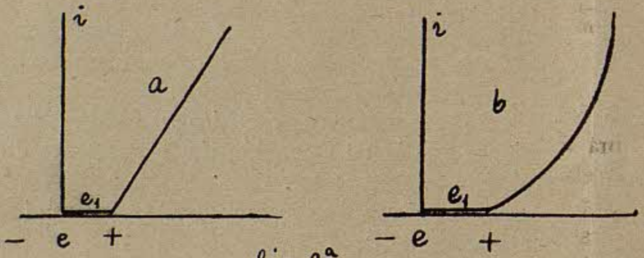

fig. 2ª

ta de e para todos los valores de e mayores que un valor mínimo e_1. El rectificador electrolítico cumple prácticamente con esta condición: durante medio período no deja pasar ninguna corriente y durante el otro tampoco hasta tanto que el voltaje aplicado exceda de un valor determinado.

Los aparatos que cumplen con la condición (4) son: 1º Aquellos que dejan pasar la corriente en ambas direcciones, pero para los cuales $f(e)$ es desimétrica con respecto al eje de la corriente (fig. 3). Los contactos entre cristales o entre cristales y puntas metálicas suelen dar lugar a estas características desimétricas: 2º Aquellos en que $f(e)$ es una función lineal de e, y siempre que la amplitud del voltage aplicado exceda de un valor mínimo e_1 (fig. 4).

La lámpara detectora de tres electrodos no puede llamarse un rectificador de corriente, ya que no rectifica la f. e. m. aplicada directamente. Esta f. e. m. solamente facilita más o menos en el circuito de placa de la lámpara el paso de una corriente suministrada por la batería local de placa, y la característica de este aparato es tal que facilita más el paso de la corriente durante un semi-período que durante el otro.

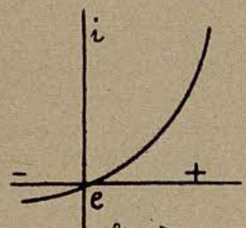

fig. 3

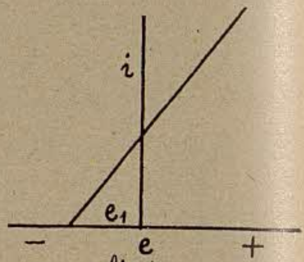

fig. 4

Los aparatos representados por las condiciones (3) pueden convertirse en los representados por la condición (4) con sólo insertar una batería local en el circuito rectificador.

Supongamos sea la curva (fig. 5) la que representa la variación de la corriente en función de la

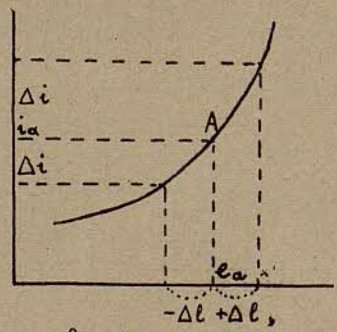

fig. 5

f. e. m. aplicada. Para llevar el punto de funcionamiento del detector a los alrededores de un punto cualquiera A será necesario apreciarle una f. e. m. constante e_a, la cual tendrá un valor finito aun cuando no se le imprima ninguna f. e. m. alternativa. i_a será la corriente continua debida a e_a.

La corriente a través del aparato cuando además se le aplique una f. e. m. sinusoidal $\Delta e = u \cdot \operatorname{sen} \Omega t$ está representada por una función de la forma

$$i_a + \Delta i = f \; (e_a + u \cdot \operatorname{sen} \Omega t)$$

siendo Δi la corriente superpuesta a i_a y debida a Δe.

Esta función puede desarrollarse en serie de Taylor, siendo Δe el crecimiento:

$$i_a + \Delta i = f(e_a + u \operatorname{sen} \Omega \, t.) = f(e_a) +$$

$$f'(e_a) \, u \, . \operatorname{sen} \Omega \, t + \frac{1}{2} f''(e_a) \, u^2 \, . \operatorname{sen}^2 \Omega \, t + \ldots$$

Supongamos que Δe sea lo suficientemente pequeño para que se puedan despreciar los términos de la serie a partir del cuarto dado que bajo esta hipótesis estos términos convergen muy rápidamente.

$$i_a + \Delta\, i = f(e_a + \mathrm{U}\,\mathrm{sen}\,\Omega t) = f(e_a) + f'(e_a)\,u\,\mathrm{sen}\,\Omega t + \frac{1}{2} f''(e_a)\,u^2\,\mathrm{sen}^2\,\Omega t$$

esto es:

$$\Delta\, i = f'(e_a)\,u\,\mathrm{sen}\,\Omega t + \frac{1}{2} f''(e_a)\,u^2\,\mathrm{sen}^2\,\Omega t$$

o sea:

$$\Delta\, i = f''(e_a)\frac{u^2}{4} + f'(e_a)\,u\,\mathrm{sen}\,\Omega t - f''(e_a)\frac{u^2 \cos 2\,\Omega t}{4}$$

Si ahora integramos un período completo vemos que los términos del seno y del coseno desaparecen y queda que la corriente media

$$i_m \text{ es igual a } \frac{u^2}{2} f''(e_a)$$

Vemos, pues, que la corriente rectificada viene dada por la segunda derivada de la característica, luego si ésta fuese una función lineal en el punto A considerado, el aparato no rectificaría. Para que haya rectificación debemos, pues, escoger un punto tal de la característica, que en el intervalo Δe de su funcionamiento no sea una función lineal, es decir, que presente una curvatura.

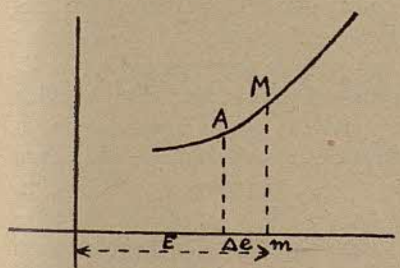

Fig. 6

Estos aparatos, que como vemos dan indicaciones dependiendo de u^2 y no de u, se les llama algunas veces *integradores*, porque totalizan efectos elementales.

Esta ley del cuadrado es muy desventajosa para las transmisiones demasiado débiles.

Esta detección, aunque introduce corrientes parásitas, no modifica esencialmente la forma de la modulación y por consiguiente la recepción conserva su carácter.

En efecto: Representemos la amplitud modulada de la f. e. m. aplicada por la función S (ωt), siendo ω una pulsación de baja frecuencia.

La corriente detectada es proporcional a $\mathrm{S}^2(\omega t)$.

Ahora bien:

$$\mathrm{S}^2(\omega t) = \{ \mathrm{A}_o + \mathrm{A}_1\,\mathrm{sen}\,(\omega t + \varphi_1) + \mathrm{A}_2\,\mathrm{sen}\,(2\omega t + \varphi_2) + \ldots + \mathrm{A}_p\,\mathrm{sen}\,(p\omega t + \varphi_p) \}^2$$

$$= \mathrm{A}_o{}^2 + 2\mathrm{A}_o\,\mathrm{A}_1\,\mathrm{sen}\,(\omega t + \varphi_1) + 2\mathrm{A}_o\,\mathrm{A}_2\,\mathrm{sen}\,(\omega t + \varphi_2) + \ldots 2\mathrm{A}_o\,\mathrm{A}_p\,\mathrm{sen}\,(p\omega t + \varphi_p) + 2\,\mathrm{A}_1\,\mathrm{A}_2\,\mathrm{sen}\,(\omega t + \varphi)\,\mathrm{sen}\,(\omega t + \varphi_2) + \ldots$$

luego se ve que $\mathrm{S}^2(\omega t)$ conserva las características esenciales de S(ωt). Por una parte la frecuencia fundamental y los harmónicos principales con el mismo sentido de importancia y por otra las corrientes parásitas.

Supongamos ahora que en los alrededores del punto A no se pueda limitar el desarrollo de la serie de Taylor debido a que las variaciones Δe son demasiado sensibles. Entonces el punto de funcionamiento sobrepasa la porción acodada de la característica y oscila de una y otra parte sobre dos porciones sensiblemente rectilíneas (fig. 6) y el resultado es, por lo tanto, diferente.

Sea M el punto de funcionamiento.

Mientras la amplitud Δe de la oscilación quede inferior a la proyección de MA sobre el eje de las abcisas, el detector no funcionará.

Supongamos pues que el valor de e oscila alrededor del valor correspondiente al punto m, proyección de M entre los puntos m' y m'' (fig. 7), siendo $m'\,m''$ mayor que ma y siendo a la proyección sobre el eje de las e'.

El punto representativo del fenómeno se desplazará sobre la característica entre M′ y M″.

Tracemos las paralelas al eje de las e partiendo

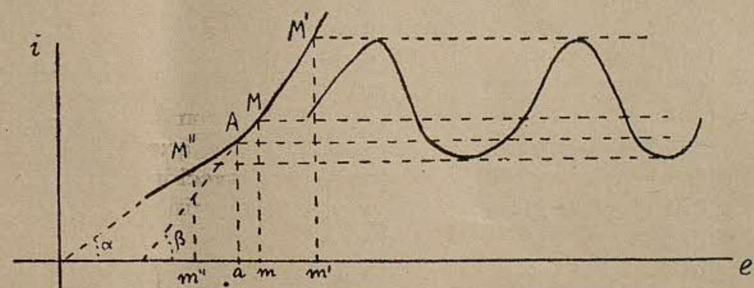

Fig. 7

de M″, A, M y M′. Como se ve por la figura, no habrá ninguna deformación de corriente entre la paralela trazada por M′ y la trazada por A. Pero entre esta recta y la paralela trazada por M″ la curva representativa de la corriente en función del tiempo será forzosamente aplanada y por lo tanto habrá detección, ya que las oscilaciones positivas son mayores que las negativas.

El efecto será evidentemente máximo si el punto M coincide con el A. Además la deformación (y por consecuencia el efecto producido) será tanto mayor cuanto la parte útil AM″ de la rama inferior de la característica sea menos inclinada. En el límite cuando ella sea horizontal tendremos un verdadero rectificador que no dejará pasar más que las alternancias positivas. En el caso general, la corriente detectada no depende casi más que de la amplitud de las oscilaciones Δe y de los coeficientes angulares β y α de las dos porciones rectilíneas. A groso modo ella no defiende más que $(\beta - \alpha)\ \Delta e$. Luego en este tipo de aparatos la corriente detectada variará como Δe y no como Δe^2. Estos detectores suelen llamárseles *detectores de tensión*.

CRÒNICA DE L'ASSOCIACIÓ

Nomenament.

La Federació ha nomenat President d'ella al nostre President Sr. Pauli Castells i Vidal. Aquesta designació ha sigut motiu per a què molts companys reiteressin al nostre volgut amic el testimoni de les seves simpaties.

TECNICA s'associa, ben cordialment, a la satisfacció que el nomenament ha produït.

Estadística interessant.

L'Escola d'Enginyers Industrials de nostra ciutat, va ésser fundada en 1854. La primera promoció va sortir el 22 de novembre de 1861 i des d'aquella data el nombre d'enginyers sortits és el següent:

Promocions	Enginyers	Promocions	Enginyers
1861	2	1898	43
1862	6	1899	44
1863	17	1900	40
1864	19	1901	38
1865	24	1902	62
1866	23	1903	34
1867	16	1904	39
1868	16	1905	39
1869	18	1906	24
1870	17	1907	52
1871	14	1908	27
1872	5	1909	72
1873	10	1910	31
1874	13	1911	35
1875	17	1912	26
1876	16	1913	43
1877	11	1914	38
1878	19	1915	37
1879	11	1916	38
1880	10	1917	35
1881	31	1918	33
1882	25	1919	30
1883	25	1920	24
1884	26	1921	38
1885	35	1922	39
1886	27	1923	25
1887	31	1924	32
1888	26	1925	41
1889	41	1926	54
1890	45	1927	45
1891	30	1928	44
1892	50	1929	49
1893	27	1930	36
1894	9	1931	62
1895	24	1932	46
1896	16		
1897	33	TOTAL	2214

Federación de Asociaciones de Ingenieros Industriales.

Informes oficiales. — El Consejo de Cultura se ha dirigido al Instituto de Ingenieros Civiles encareciéndole que por las distintas Secciones que lo constituyen se le informe acerca del campo de actividad profesional que les comprende o debe comprenderles, enumeradas las normas legales y razones técnicas en que funda su propuesta cada Sección. El Comité Ejecutivo ha requerido a todas las Asociaciones para que colaboren a la preparación del informe remitiendo cuantos datos crean oportunos.

Asimismo el Comité Ejecutivo ha presentado al organismo superior del ramo el informe solicitado referente a las atribuciones de nuestra especialidad en determinados órdenes, acompañando a dicho informe numerosas estadísticas en apoyo de nuestra tesis.

Sociedad de Ingenieros Civiles de Francia. — Hace algunos meses fueron nombrados miembros de la Sociedad de Ingenieros Civiles de Francia los cinco presidentes de las Asociaciones y Federaciones que constituyen el Instituto de Ingenieros Civiles de España. Se trata ahora de aumentar esta relación con la citada Corporación francesa, organizando un grupo español de Ingenieros adherido a ella. Para pertenecer a dicho grupo es necesario ser miembro de una de las cinco especialidades de la ingeniería y solicitarlo del presidente de la Asociación o Federación respectiva. Las cuotas son, 100 francos de entrada y 100 francos anuales de cuota social, dando ello derecho a recibir toda clase de trabajos, boletines y comunicaciones que con gran frecuencia envía a los asociados extranjeros adheridos la Sociedad de Ingenieros franceses.

Los Ingenieros industriales que deseen ser miembros de la citada entidad, deberán dirigirse en solicitud de ingreso a nuestro vicepresidente señor Ginovés, que tramitará la petición.

* * *

Por Orden publicada en la «Gaceta» del día 4 de Marzo, la provisión de cargos técnicos en la Dirección General de Seguridad deja de ser exclusiva para los Jefes y Oficiales de Artillería pudiendo ahora concursar los Ingenieros Industriales en las mismas condiciones que aquéllos. La Federación no puede darse por satisfecha con esta resolución ecléctica que supone seguir considerando con algún carácter militar a una dependencia que no puede tenerlo, y seguirá en todo momento propugnando por el exacto cumplimiento del Decreto de 31-X-1922 que asignó a los Ingenieros Industriales civiles los cargos técnicos de los ministerios civiles y entre ellos, naturalmente, el de Gobernación.

* * *

La prensa diaria ha publicado el escrito que esta Federación ha dirigido al Excmo. Sr. Ministro de Obras públicas, solicitando que en las nuevas obras de electrificación de ferrocarriles que se están emprendiendo, sea la industria nacional, perfectamente capacitada para ello, la encargada de elaborar la totalidad del material fijo y móvil.

* * *

También trata la Federación de conseguir que los Ingenieros Industriales tengan en el Centro de Estudios Hidrográficos análoga intervención que los Ingenieros Agrónomos para lo cual expondrá, una vez más, al Sr. Ministro la necesidad de enfocar conjuntamente los aprovechamientos agrícolas e hidroeléctricos en todo plan de obras hidráulicas, advirtiendo nuevamente el grave perjuicio que se produce con el actual abandono y falta de atención hacia este segundo aspecto industrial de las Mancomunidades hidrográficas que impide, no ya, un aprovechamiento integral de la energía hidroeléctrica de nuestros ríos, sino la más insignificante labor coordinada en este sentido.

* * *

Asimismo ha solicitado la Federación del Ministro de Hacienda que el cargo de Director de la Casa de la Moneda, dado sus características, se vincule, en lo sucesivo, a un Ingeniero Industrial.

* * *

Enterada la Federación de la posible designación de un Oficial de Artillería para el cargo de Ingeniero Municipal del Ayuntamiento de Murcia, se ha apresurado a dirigir a dicho Ayuntamiento un enérgico comunicado situando la cuestión en sus debidos términos, ya que nada puede justificar la designación de un técnico militar en un cargo administrativo de orden puramente civil.

B I B L I O G R A F I A

Ullmann, Fritz. — *Enciclopedia de Química Industrial.* — Versión del alemán bajo la dirección del Dr. José Estalella. — Gustavo Gili, editor, Barcelona, 1932. — Tomo IX. «Combustibles. Alumbrado. Industrias forestales». — 866 páginas y 512 figuras en el texto.

El volum IX de l'Enciclopèdia Ullmann està dedicat a Combustibles, Enllumenat i Indústries forestals.

Un dels primers capítols està dedicat a l'oli d'esquist estudiant-se la procedència i mètodes d'obtenció i describint amb detall la indústria escocesa de la destil·lació del quitrà d'esquist. Sapigut és que Escòcia és el país on més importància ha adquirit aquesta indústria.

Es tracta després de l'acetilè i del quitrà d'hulla i dels seus procediments de destil·lació parlant-se amb tot detall dels seus productes finals, benzol, fenols, naftalines, etc.

El capítol dedicat a l'enllumenat és un dels més extensos del volum, del qual ocupa 67 pàgines, i en ell s'explica la història de l'enllumenat elèctric, s'estudien els diferents sistemes de làmpares i s'en presenta un estudi comparatiu.

A continuació és presentada una completa monografia de la tècnica de la llum i la fotometria amb descripció dels diversos sistemes de medició i fotòmetres en ús.

El capítol «Carbons» és creditor del major elogi. En ell s'estudien a fons els procediments emprats per a la transformació del carbó en productes de major aprofitament industrial sota la forma de combustibles líquids i altres substàncies químiques de gran valor. Aquest capítol està dividit en 5 parts.

Són també ben notables els capítols dedicats a les ceres, a la coquització de la hulla i obtenció dels seus productes secundaris.

En el capítol encenedors s'inclou la fabricació de llumins de fusta.

El gas d'enllumenat és objecte d'un estudi verdaderament complet.

D'aquest volum podem fer-ne l'elogi dient que és digne dels que l'han precedit i dels que ens hem ocupat anteriorment.

• •

La Technique de l'organisation des entreprises, par Jean Chevalier. — París, Dunod, 1933.

L'autor d'aquest llibre, secretari tècnic de la «Société des Ingénieurs Civils de France» presenta, en les seves pàgines, un estudi que no dubtem de qualificar de magnífic.

Està dividit en 4 llibres sota els títols següents:

I. Considérations générales et notions préliminaires.

II. Le gouvernement de l'entreprise.

III. L'organisation du travail.

IV. L'application des méthodes.

En els temps que vivim on tant es parla i s'escriu sobre els temes de que el llibre s'ocupa, ha de proporcionar la seva lectura detinguda molt profitoses ensenyances.

L'autor exposa les seves idees en forma clara i seguint un mètode que no hem vist en altres publicacions anàlogues.

• •

Mesures radio-électriques élémentaires, par F. Dacos et M. Rousseau.—París, Dunod, 1933.

Aquest llibre ha sigut escrit amb l'objecte de servir de guia als alumnes de l'Institut Electrotècnic Montefiore.

Consta de dues parts, la primera deguda a Mr. Dacos estudia les mesures d'intensitat, tensions i puixança en alta freqüència. La segona escrita per M. Rousseau explica la teoria de les oscil·lacions electromagnètiques i la mesura de la seva freqüència.

Redactat metòdicament amb tot el rigor científic, i amb el millor desig d'aclarir tot el que pogués ésser motiu de dubte, és llibre que ha de proporcionar molt bons serveis als qui desitgin estudiar les matèries de què s'ocupa, tant als alumnes com als tècnics qui hi trobaran resoltes moltes qüestions interessants.

• •

Tratado práctico de Ingeniería, por el ingeniero don Francisco Casals Bertrán.—Barcelona, Imprenta Elzeviriana, 1933.

Es un llibre que va dirigit principalment a l'educació autodidàctica de delineants, tècnics, sobrestants, mestres de taller i petits industrials que desitgin perfeccionar els seus coneixements, però que pot també ésser molt útil a enginyers que dedicats més a assumptes administratius que tècnics vulguin en un moment donat poder resoldre per sí mateixos, sense tenir que acudir a voluminosos textos, els problemes que planteja l'exercici de l'enginyeria.

Està dividit en les 6 parts següents: 1 Aritmètica i Algebra. 2 Geometria i Trigonometria plana. 3 Aplicacions de la Física. 4 Aplicacions de la Mecànica. 5 Medicions geomètriques i 6 Generalitats sobre construcció.

Les diferentes matèries no són tractades d'una manera completa sinó que d'elles es tracta solament aquella part que l'autor considera que pot ésser menys coneguda del lector i es prescindeix del més elemental.

L'obra porta un pròleg del nostre estimat company Sr. Josep Serrat i Bonastre.

• •

Ondas cortas y ultra cortas, por Rufino Gea Sacasa, Ingeniero de telecomunicación.—Madrid. Editorial Reus, 1933.

El senyor Gea Sacasa ha publicat un folletó de unes 70 pàgines, parlant de les ondes curtes i extracurtes, que serveix de complement a l'obra del propi autor de que acabem de parlar.

L'extensió cada dia més gran d'aquesta mena d'ondes, fan que el folletó en qüestió sia molt interessant i molt de recomanar la seva lectura.

• •

Wavelength tables for spectrum analysis, 2nd edition (1931).—F. Twyman.—Adam Hilger, Ltd., London.—14s. 6d.

Com indica el seu títol, es tracta d'una taula de longituds d'onda que està dedicada especialment als anàlisis espectrals. Així veiem que una de les taules, la més interessant per als analistes, conté catalogades les línies més sensibles dels elements químics la longitud de les quals oscil·la entre 2.138 i 7.947 A. i dóna al costat de cada línia l'element químic a que pertany i juntament amb ell, la pròxima línia que aquest presenta; això facilita molt el treball de investigació perquè basta comprobar si es troba aquesta, per a saber desseguida si realment es tracta de l'element que se sospita.

Conté l'obra, demés, una multitud de taules necessàries per a interpretar els espectrogrames i està feta amb la idea d'obtenir una efectivitat màxima amb un volum mínim.

El llibre està curosament corretgit i conté tot l'essencial per al treball pràctic de l'espectrografia.

P.