

262840

29 NOV



MEMORIA DESCRIPTIVA

=====

Correspondiente a la solicitud de registro de una Patente de Invención que, por veinte años, se solicita para España y sus Colonias, a favor de Don Carlos LAFFITTE MESA, de nacionalidad española, residente en Madrid, Paseo de Onésimo Redondo número 20,-----

p o r

" PROCEDIMIENTO ANALOGICO ELECTROMAGNETICO DE RESOLUCION DE ESTRUCTURAS RETICULADAS PLANAS ".

=====

El problema del cálculo de las estructuras reticuladas planas consiste en determinar, para cada sistema de cargas-



5

que actúan en los nudos, el sistema de reacciones sobre los extremos de las piezas, reacciones que posteriormente nos determinarán los tres esfuerzos fundamentales, esfuerzo axial, esfuerzo cortante y momento flector, sobre cualquier sección de las piezas.

10

La determinación de las reacciones, en la forma en que actualmente se realiza, requiere excesivas complicaciones de cálculo, si es que no se hacen simplificaciones más o menos justificables, que conducen a resultados aproximados que solo son aceptables en casos particulares.

15

La resolución por otros métodos analógicos de muy diversa índole se basa también en hipótesis simplificadoras que se adaptan bien a algunos tipos definidos de estructuras y que en general se deducen de la analogía de un método de cálculo, pero no del fenómeno elástico en sí mismo.

20

Es por esto por lo que la presente Patente de Invención representa una novedad total, pues se basa en una analogía del propio fenómeno elástico al que no se aplica ninguna simplificación de las hipótesis de la teoría de la Resistencia de materiales en su forma más general, teniendo incluso en cuenta la influencia de las deformaciones debidas al esfuerzo cortante.

25

El fundamento de la Patente es la analogía entre el fenómeno elástico de la estructura reticulada plana y el fenómeno electromagnético de una red eléctrica de tridipolos.

30

Los puntos base de la analogía son los siguientes:

a) - A cada pieza  $A_{ij}$  que une dos nudos  $i - j$  de la estructura, se le hace corresponder un tridipolo especial  $X_{ij}$  correspondiendo a cada extremo de pieza, uno de los tríos de bornas o polos.

b) - Los tridipolos están conectados entre sí de la misma manera que lo están las piezas de la estructura, de



35

forma que el elemento análogo del nudo  $i$  de la estructura --  
está constituido por el triple nudo o tripolo que forman --  
los tríos de polos " $i$ " de los tridipolos. La figura 1ª, re-  
presenta en esquema una estructura y su red eléctrica análo-  
ga.

40

c) - Un sistema de fuerzas  $S$  caracterizado por sus ---  
tres componentes  $V$  (fuerza vertical),  $H$  (fuerza horizontal)  
y  $M$  (momento) actuando sobre un nudo  $j$  de la estructura, --  
tiene su elemento análogo en un sistema de tres corrientes  
senoidales puras ( $I, J, K$ ) en la misma u opuesta fase, las -  
cuales son inyectadas en el tripolo  $j$  correspondiente al nu-  
do  $j$ .

45

50

d) - La reacción de un nudo sobre una pieza tiene su -  
elemento análogo en el sistema de las tres corrientes que --  
penetran en el tridipolo correspondiente a la pieza, desde  
el tripolo correspondiente al nudo.

55

e) - La deformación de un nudo, caracterizada por las  
tres componentes ( $\eta, \xi, \varphi$ ), traslación vertical, traslación -  
horizontal y giro, tiene su elemento análogo en el sistema  
de tres tensiones senoidales puras ( $u, v, w$ ) existente en el  
tripolo correspondiente al nudo de la estructura.

60

f) - Las deformaciones relativas de las piezas, es de-  
cir, de un extremo respecto al otro, referidas a sus ejes -  
de inercia, y las reacciones sobre las piezas referidas a -  
esos mismos ejes, se deducen por simple proporcionalidad de  
las tensiones inducidas en los arrollamientos de medida de  
los tridipolos.

65

La constitución de los tridipolos, esquemáticamente in-  
dicada en la figura 2ª, es la siguiente:

g) - Tres núcleos magnéticos independientes, de forma  
que en cada uno de ellos la reluctancia del circuito magné-  
tico permanezca constante. Para la frecuencia utilizada, --



las reactancias del devanado de una espira las designaremos por  $H_p H_q H_n$  respectivamente para cada uno de los núcleos.

70

h) - Siete arrollamientos, que llamaremos arrollamientos activos, sobre los núcleos, de números de espiras.

$(P_1 P_2)$  sobre el núcleo  $H_p$

$(q_1 q_2)$  sobre el núcleo  $H_q$

$(n_1 n_2 n_3)$  sobre el núcleo  $H_n$

75

El signo de los números de espiras está en correspondencia con el sentido de arrollamiento de los devanados.

i) - Los tres circuitos del tridipolo están formados por los arrollamientos citados conectados en serie de la forma siguiente:

80

circuito 1 arrollamientos  $p_1 q_1 n_1$

circuito 2 arrollamientos  $p_2 q_2 n_2$

circuito 3 arrollamientos  $n_3$

j) - Cada núcleo magnético tiene un arrollamiento pasivo o de medida de números de espiras  $N_p N_q N_n$  respectivamente para cada núcleo  $H_p H_q H_n$ .

85

Las condiciones que han de cumplir los arrollamientos y el material magnético empleado se resumen en que cada tridipolo no sea consumidor más que de energía reactiva, para lo cual se precisarán las dos condiciones siguientes:

90

k) - Los devanados deben tener resistencia óhmica nula, lo cual expresaremos diciendo que el factor  $Q = \frac{X}{R_e}$  (reactancia dividida por resistencia óhmica) correspondiente a las bobinas que componen los arrollamientos ha de ser elevado.

95

l) - Las pérdidas en el hierro han de ser nulas, lo que expresaremos diciendo que serán reducidas, no mayores que las pérdidas en el cobre para la frecuencia utilizada.

La semejanza entre el tridipolo y la pieza se traduce



en las seis relaciones siguientes entre las características de los tridipolos y las de las piezas

100

$$\frac{p_1}{a \cos \theta} = \frac{p_2}{-a \operatorname{sen} \theta} = \frac{q_1}{b \operatorname{sen} \theta} = \frac{q_2}{b \cos \theta} = \frac{n_1}{x} = \frac{n_2}{y} = \frac{n_3}{z} = \sqrt{\epsilon} \quad [1]$$

$$\frac{p_1}{\sqrt{G/H_p}} = \frac{p_2}{\sqrt{G/H_p}} = \frac{q_1}{\sqrt{G/H_q}} = \frac{q_2}{\sqrt{G/H_q}} = \frac{n_1}{\sqrt{G/H_n}} = \frac{n_2}{\sqrt{G/H_n}} = \frac{n_3}{\sqrt{G/H_n}}$$

en que las características de las piezas son:

105

peso elástico G de la pieza.

Semiejes "a" y "b" de la elipse central de inercia.

Orientación  $\theta$  del semieje mayor "a" de la elipse (Figura 3<sup>a</sup>).

Coordenadas (X, Y) del centroelástico de la pieza.

110

"g" es una constante para toda la estructura.

RAZONAMIENTO DE LA ANALOGIA:

Supondremos un sistema de ejes coordenados como el de la figura 3<sup>a</sup> en la que se indican también los sistemas de referencia para fuerzas, momentos, traslaciones y giros.

115

Definiremos los vectores que caracterizan un sistema de fuerzas ( $\vec{S}$ ) y un movimiento elemental ( $\vec{d}$ ).

$$\vec{S} = \begin{pmatrix} V \\ H \\ M \end{pmatrix} \quad \begin{array}{l} V \text{ componente vertical} \\ H \text{ componente horizontal.} \\ M \text{ momento.} \end{array}$$

120

$$\vec{d} = \begin{pmatrix} \gamma_z \\ \varphi \end{pmatrix} \quad \begin{array}{l} \text{traslación vertical.} \\ \text{traslación horizontal.} \\ \text{giro.} \end{array}$$

En el sistema eléctrico definiremos análogamente los vectores corriente ( $\vec{I}$ ) y tensión ( $\vec{v}$ ).

125

$$\vec{I} = \begin{pmatrix} I \\ J \\ K \end{pmatrix} \quad \begin{array}{l} I \text{ valor eficaz de la corriente} \\ \text{senoidal en el circuito 1} \\ J \text{ valor eficaz de la corriente} \\ \text{senoidal en el circuito 2} \\ K \text{ valor eficaz de la corriente} \\ \text{senoidal en el circuito 3} \end{array}$$

130

estando las 3 corrientes en fase o fase opuesta.



$$\bar{v} = \begin{pmatrix} u \\ v \\ w \end{pmatrix} \quad \begin{array}{l} u \text{ valor eficaz de la tensión} \\ \text{senoidal en el polo } 1 \\ v \text{ valor eficaz de la tensión} \\ \text{senoidal en el polo } 2 \\ w \text{ valor eficaz de la tensión} \\ \text{senoidal en el polo } 3 \end{array}$$

135

estando las 3 tensiones en fase o fase opuesta.

La relación que liga en una pieza  $A_{ij}$  la reacción  $\bar{R}_{ij}$  (del nudo  $i$  sobre la pieza) con los movimientos  $\bar{d}_i$  y  $\bar{d}_j$  de sus extremos es:

140

$$\bar{d}_i - \bar{d}_j = \{A_{ij}\} \bar{R}_{ij} \quad [2]$$

Donde  $A_{ij}$  es la matriz  $3 \times 3$   $\{A_{ij}\} = \begin{pmatrix} I^{VV} & I^{VH} & M^V \\ I^{HV} & I^{HH} & M^H \\ M^V & M^H & G \end{pmatrix}$  en la cual =

145

$I^{VV}$  e  $I^{HH}$  son los momentos de inercia del sistema de masas elásticas de la pieza.

$I^{VH}$  es el momento recíproco del ídem.

$M^V$  y  $M^H$  son los momentos estáticos del ídem.

$G$  es el peso elástico de la pieza.

150

La expresión de esta matriz en función de las características  $x$  y  $a$   $b$   $G$  referidas anteriormente es:

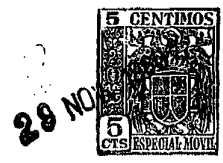
155

$$\{A_{ij}\} = G \begin{pmatrix} (a \cos \theta)^2 & (a \cos \theta)(-a \sin \theta) & 0 \\ (-a \sin \theta)(a \cos \theta) & (-a \sin \theta)^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} + G \begin{pmatrix} (b \sin \theta)^2 & (b \sin \theta)(b \cos \theta) & 0 \\ (b \cos \theta)(b \sin \theta) & (b \cos \theta)^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{array}{l} x^2 \quad xy \quad x \\ Gyx \quad y^2 \quad y \\ x \quad y \quad 1 \end{array} \quad [3]$$

160

En el sistema eléctrico, la aplicación de las leyes de los circuitos al tridipolo  $X_{ij}$  se expresa por la fórmula:

$$\bar{v}_i - \bar{v}_j = \{X_{ij}\} \bar{i}_{ij} \quad [4]$$



En la cual, la matriz  $\{X_{ij}\}$  es=

165

$$\{X_{ij}\} = H_p \begin{pmatrix} p_1^2 & p_1 p_2 & 0 \\ p_2 p_1 & p_2^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} + H_q \begin{pmatrix} q_1^2 & q_1 q_2 & 0 \\ q_2 q_1 & q_2^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} + H_n \begin{pmatrix} n_1^2 & n_1 n_2 & n_1 n_3 \\ n_2 n_1 & n_2^2 & n_2 n_3 \\ n_3 n_1 & n_3 n_2 & n_3^2 \end{pmatrix} \quad [5]$$

En la estructura, la relación que expresa el equilibrio del nudo i es:

170

$$\overline{S}_i = \sum_{j \text{ cont } i} \overline{R}_{ij} \quad [6]$$

donde  $\overline{S}_i$  es el sistema exterior que actúa sobre el nudo i, y  $\sum_{j \text{ cont } i} \overline{R}_{ij}$  es la suma de las reacciones del nudo i sobre las piezas  $A_{ij}$  que concurren en dicho nudo.

En el sistema eléctrico, la ley de Kirchoff aplicada a cada uno de los polos del tripolo i es:

175

$$\overline{i}_i = \sum_{j \text{ cont } i} \overline{i}_{ij} \quad [7]$$

en la  $\overline{i}_i$  es un sistema de corrientes senoidales inyectadas en el tripolo i, y  $\sum_{j \text{ cont } i} \overline{i}_{ij}$  es la suma de las corrientes que parten del tripolo i a los tripolos contiguos.

La ecuación [4] se puede poner en la forma

180

$$\frac{1}{g} \overline{v}_i - \frac{1}{g} \overline{v}_j = \frac{1}{g} \{X_{ij}\} \overline{i}_{ij} \quad [4']$$

Comparando las ecuaciones [2] y [4'], [6] y [7], [3] y [5] las cuales se escriben de manera análoga para toda la estructura y toda la red eléctrica, vemos que podemos identificar término a término sus miembros.

Adaptando sistemas coherentes de medidas para las magnitudes de la estructura y para las de la red, tendremos:

190

$$\overline{S} = \overline{I} \quad \overline{d} = \frac{1}{g} \overline{V} \quad [8]$$

y

$$\{A_{ij}\} = \frac{1}{g} \{X_{ij}\} \quad [9]$$

29 NOV.



Si los sistemas elegidos son (Kg., cm.) y (amperio, voltio), las [8] se pueden poner de la forma:

195

$\begin{aligned} 1 \text{ Kg.} &< > 1 \text{ amperio} \\ 1 \text{ cm.} &< > 1 \text{ g voltios} \end{aligned}$	[10]
--	------

La identidad [9] se traduce en las fórmulas [1] citadas anteriormente, como consecuencia de las descomposiciones de las matrices dadas en [3] y [5]

200

SEGUNDA PARTE DE LA ANALOGIA:

Sean  $\overline{d}_{ij}^* = \begin{pmatrix} \eta^* \\ \xi^* \\ \varphi^* \end{pmatrix}$  y  $\overline{R}_{ij}^* = \begin{pmatrix} V^* \\ H^* \\ M^* \end{pmatrix}$  respectivamente la deformación relativa de la pieza  $A_{ij}$  y la reacción del nudo  $i$  sobre la pieza  $A_{ij}$  referidas al sistema de ejes de la elipse central de inercia de la pieza, como se indica en la figura 3ª.

205

$\overline{d}$  y  $\overline{R}$  están ligadas por las ecuaciones:

210

$\begin{aligned} \eta^* &= G a^2 \cdot V^* \\ \xi^* &= G b^2 \cdot H^* \\ \varphi^* &= G \cdot M^* \end{aligned}$	[11]
---	------

La relación que liga las componentes de  $\overline{R}^*$  con las de  $\overline{R}$  es:

215

$\begin{aligned} V^* &= V \cos \theta - H \sin \theta \\ H^* &= V \sin \theta + H \cos \theta \\ M^* &= XV + y H + M \end{aligned}$	[12]
---	------

Sea también el vector tensión  $\overline{v}^* = \begin{pmatrix} u^* \\ v^* \\ w^* \end{pmatrix}$  cuyas componentes son los valores eficaces de las tensiones inducidas en los devanados de medida de los núcleos magnéticos, de números de espiras  $N_p$ ,  $N_q$  y  $N_n$  respectivamente.

220

La relación que liga  $\overline{v}^*$  con las corrientes  $\overline{I}$  es:

$$\begin{aligned} u^* &= H_p \cdot N_p (p_1 I + p_2 J) = \frac{N_p}{p} (p^2 H_p) \left( \frac{p_1}{p} I + \frac{p_2}{p} J \right) \\ v^* &= H_q \cdot N_q (q_1 I + q_2 J) = \frac{N_q}{q} (q^2 H_q) \left( \frac{q_1}{q} I + \frac{q_2}{q} J \right) \end{aligned}$$



29 No 5

225

$$V^* = H_n \cdot N_n (n_1 I + n_2 J + n_3 K) = \frac{N_n}{n_3} (n_3^2 H_n) \left( \frac{n_1}{n_3} I + \frac{n_2}{n_3} J + K \right)$$

en las que  $p = \sqrt{p_1^2 + p_2^2}$        $q = \sqrt{q_1^2 + q_2^2}$

Sustituyendo los valores  $\frac{p_1}{p} = \frac{q_2}{q} = \cos \theta$  " -  $\frac{p_2}{p} = \frac{q_1}{q} =$

sen  $\theta$  "  $\frac{n_1}{n_3} = x$  "  $\frac{n_2}{n_3} = y$  " y los de las corrientes I por sus valores análogos  $\bar{R}$ , y teniendo en cuenta las [12]

230

$$\begin{aligned} u^* &= \frac{N_p}{p} (p^2 H_p) \cdot V^* = \frac{P}{N_p} (N_p^2 H_p) \cdot V^* \\ v^* &= \frac{N_q}{q} (q^2 H_q) \cdot H^* = \frac{q}{N_q} (N_q^2 H_q) \cdot H^* \\ w^* &= \frac{N_n}{n_3} (n_3^2 H_n) \cdot M^* = \frac{n_3}{N_n} (N_n^2 H_n) \cdot M^* \end{aligned} \quad [13]$$

235

Si en estas fórmulas hacemos  $N_p = p$  "  $N_q = q$  "  $N_n = n_3$  " y llamamos entonces al vector  $\bar{V}^* = \bar{E}$  de componentes  $(E_p, E_q, E_n)$ . Si sustituimos los valores de  $p^2 H_p, q^2 H_q, n_3^2 H_n$  dados en las fórmulas [1] y de los  $\bar{R}^*$  dados en la [11]

$$E_p = g \gamma^*$$

$$E_q = g \xi^* \text{ o bien}$$

$$E_n = g \varphi^*$$

$$\bar{d}^* = \frac{1}{g} \bar{E} \quad [14]$$

240

La ecuación [14] representa la analogía existente entre los vectores  $\bar{d}^*$  y  $\bar{E}$ .

Las fórmulas [13] sirven para determinar directamente las reacciones  $\bar{R}$ .

245

Poniendo  $X_{mp} = N_p^2 \cdot H_p$  "  $X_{mq} = N_q^2 \cdot H_q$  "  $X_{mn} = N_n^2 \cdot H_n$

$$\begin{aligned} V^* &= \frac{N_p}{p} \frac{u}{X_{mp}} \\ H^* &= \frac{N_q}{q} \frac{v}{X_{mq}} \\ M^* &= \frac{N_n}{n_3} \frac{w}{X_{mn}} \end{aligned} \quad [15]$$

250

NOTA

EN RESUMEN: La Patente de Invención que, por veinte años se solicita para España y sus Colonias, ha de recaer sobre las siguientes reivindicaciones:

255

1ª: - " PROCEDIMIENTO ANALOGICO ELECTROMAGNETICO DE RESOLUCION DE ESTRUCTURAS RETICULADAS PLANAS ", que se caracteri

28 NOV 5



260

za porque la determinación de los movimientos de los nudos y las reacciones de éstos sobre las piezas de una estructura reticulada plana, debidos a sistemas de fuerzas actuando sobre los nudos, se formula de la misma manera que la determinación de tensiones y corrientes en una red eléctrica formada por abiertos tripolos en cuyos nudos se inyectan corrientes senoidales puras en fase o fase opuesta.

265

2ª:- " PROCEDIMIENTO ANALOGICO ELECTROMAGNETICO DE RESOLUCION DE ESTRUCTURAS RETICULADAS PLANAS ", según reivindicación 1ª, que se caracteriza por las relaciones siguientes entre elementos de la estructura y de la red: a) A cada pieza  $A_{ij}$  que une dos nudos  $i - j$  de la estructura, se le hace corresponder un tridipolo especial  $X_{ij}$  correspondiendo a cada extremo de pieza el trío de bornas o polos del tridipolo; b) Los tridipolos están conectados entre sí de la misma manera que lo están las piezas de la estructura, de forma que el elemento análogo del nudo "i" de la estructura está constituido por el triple nudo o tripolo que forman los tríos de polos "i" de los tridipolos. La figura 1ª representa en esquema una estructura y su red eléctrica análoga.

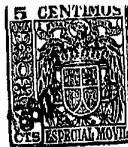
270

275

280

285

3ª:- " PROCEDIMIENTO ANALOGICO ELECTROMAGNETICO DE RESOLUCION DE ESTRUCTURAS RETICULADAS PLANAS ", según reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por las relaciones siguientes entre acciones exteriores sobre la estructura, efectos sobre ésta, y corrientes inyectadas en la red, distribución de éstas y tensiones en los nudos: a) Un sistema de fuerzas  $S$  caracterizado por sus tres componentes (VHM), fuerza vertical, fuerza horizontal y momento, actuando sobre un nudo "i" de la estructura, tiene su elemento análogo en un sistema de tres corrientes (IJK) senoidales puras, en la misma u opuesta fase, las cuales son inyectadas en el tripolo -



20 NOV.

"i" correspondiente al nudo "i"; b) La reacción de un nudo sobre una pieza, caracterizada por sus tres componentes ---  
 290 (VHM) tiene su elemento análogo en el sistema de tres co---  
 rrientes (IJK) que penetran en el tridipolo correspondiente a la pieza, desde el tripolo correspondiente al nudo; c) La deformación de un nudo, caracterizada por las tres componentes ( $\gamma \approx \phi$ ), traslación vertical, traslación horizontal y  
 295 giro, tiene su elemento análogo en el sistema de las tres -  
 tensiones (u v w) senoidales puras existente en el tripolo correspondiente al nudo de la estructura; d) Las deformaciones relativas de las piezas, es decir, de un extremo respecto al otro, referidas a sus ejes de inercia, y las reacciones de los nudos sobre las piezas referidas a esos mismos -  
 300 ejes de inercia, se deducen por simple proporcionalidad de las tensiones inducidas en los arrollamientos de medida de los tridipolos. Para las reacciones  $\bar{R}^*$  estas fórmulas son:

305

$$V^* = \frac{u}{p \frac{N_p H_p}{v}}$$

$$H^* = q \frac{N_q H_q}{v}$$

$$W^* = \frac{w}{n^3 \frac{N_n H_n}{v}}$$

4ª:- " PROCEDIMIENTO ANALOGICO ELECTROMAGNETICO DE RESO  
 310 LUCION DE ESTRUCTURAS RETICULADAS PLANAS ", según reivindicaciones anteriores, que se caracteriza porque los tridipolos están formados de la manera siguiente, indicada esquemáticamente en la figura 2ª; a) Tres núcleos magnéticos indepen---  
 dientes de forma que en cada uno de ellos la reluctancia del  
 315 circuito magnético permanezca constante. Para la frecuencia utilizada los núcleos magnéticos tienen una reactancia por espira que designaremos  $H_p H_q H_n$  respectivamente; b) Siete arrollamientos, que llamaremos arrollamientos activos sobre los núcleos de números de espiras:



320

(p<sub>1</sub> p<sub>2</sub>) sobre el núcleo H<sub>p</sub>

(q<sub>1</sub> q<sub>2</sub>) sobre el núcleo H<sub>q</sub>

(n<sub>1</sub> n<sub>2</sub> n<sub>3</sub>) " " " H<sub>n</sub>

en los cuales el signo de los números de espiras está en correspondencia con el sentido de arrollamiento de los devanados;

325

c) Los tres circuitos del tridipolo están formados por los arrollamientos citados conectados en serie de la forma siguiente:

Circuito 1 arrollamientos p<sub>1</sub> q<sub>1</sub> n<sub>1</sub>

Circuito 2 arrollamientos p<sub>2</sub> q<sub>2</sub> n<sub>2</sub>

330

Circuito 3 arrollamientos n<sub>3</sub>

d) Cada núcleo magnético tiene un arrollamiento de medida. Su número de espiras es N<sub>p</sub> N<sub>q</sub> N<sub>n</sub> respectivamente para los núcleos H<sub>p</sub>, H<sub>q</sub>, H<sub>n</sub>.

335

5ª:- " PROCEDIMIENTO ANALOGICO ELECTROMAGNETICO DE RESOLUCION DE ESTRUCTURAS RETICULADAS PLANAS ", según reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que en las condiciones normales de funcionamiento del tridipolo, no se consume más que energía reactiva y que los factores de acoplamiento de las espiras sean la unidad.

340

6ª:- " PROCEDIMIENTO ANALOGICO ELECTROMAGNETICO DE RESOLUCION DE ESTRUCTURAS RETICULADAS PLANAS ", según reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por las relaciones de semejanza entre los elementos característicos de las piezas y las de los tridipolos.

345

$$\frac{p_1}{a \cos \theta} \frac{p_2}{-a \sin \theta} \frac{q_1}{b \sin \theta} \frac{q_2}{b \cos \theta} \frac{n_1}{x} \frac{n_2}{y} \frac{n_3}{1} = \sqrt{g}$$

$$\frac{\sqrt{G/H_p}}{\sqrt{G/H_p}} \frac{\sqrt{G/H_p}}{\sqrt{G/H_p}} \frac{\sqrt{G/H_q}}{\sqrt{G/H_q}} \frac{\sqrt{G/H_q}}{\sqrt{G/H_q}} \frac{\sqrt{G/H_n}}{\sqrt{G/H_n}} \frac{\sqrt{G/H_n}}{\sqrt{G/H_n}} \frac{\sqrt{G/H_n}}{\sqrt{G/H_n}}$$

en las que las características de las piezas son: Peso elástico G; Semiejes a y b de la elipse central de inercia; Orientación θ del semieje mayor "a" de la elipse figura 3ª; Coordenadas (x y) del centro elástico de la pieza; y "g" una constante para toda la estructura.

350

- 13 - 262840



29 NOV 1960

355

7ª:- Por último, se reivindica como objeto sobre el --  
que ha de recaer la Patente de Invención que, por veinte --  
años, se solicita para España y sus Colonias, -----

p o r

" PROCEDIMIENTO ANALÓGICO ELECTROMAGNETICO DE RESOLUCION DE  
ESTRUCTURAS RETICULADAS PLANAS ".

360

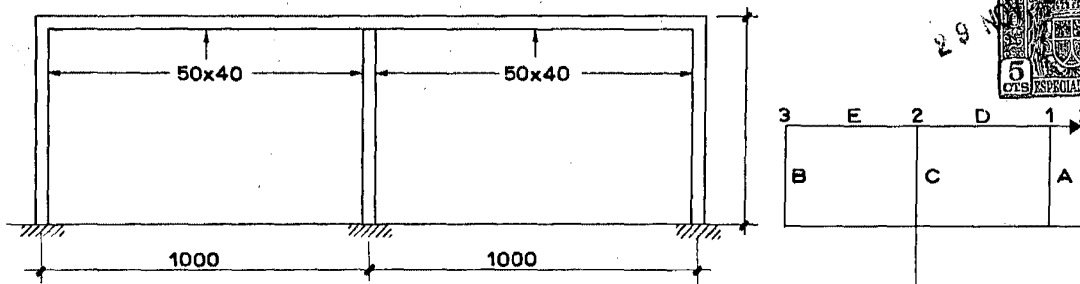
Todo conforme queda expresado en la presente Memoria -  
descriptiva que consta de trece hojas escritas a máquina --  
por una sbla cara y planos que se acompañan.

Madrid, 29 de Noviembre de 1.960.

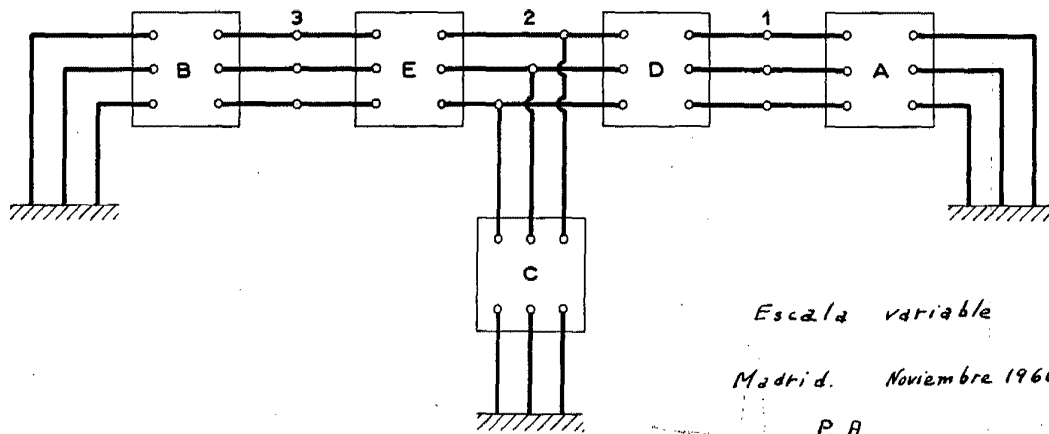
P.A.,

D. Carlos Laffitte Mesa

lamina única



262840



Escala variable

Madrid. Noviembre 1960

P. A.

Figura - 1.

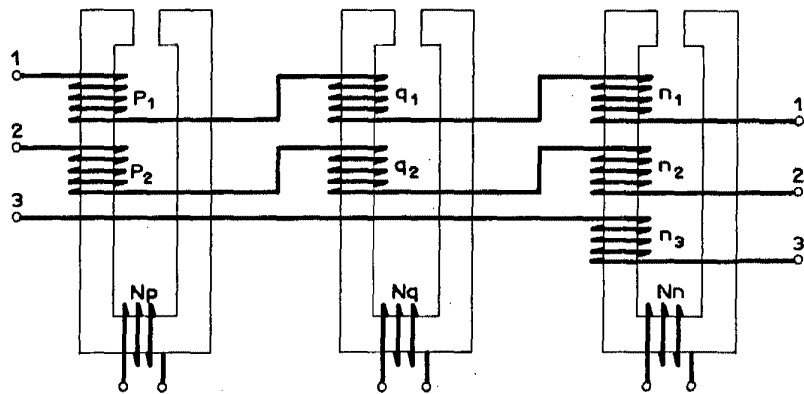


Figura - 2.

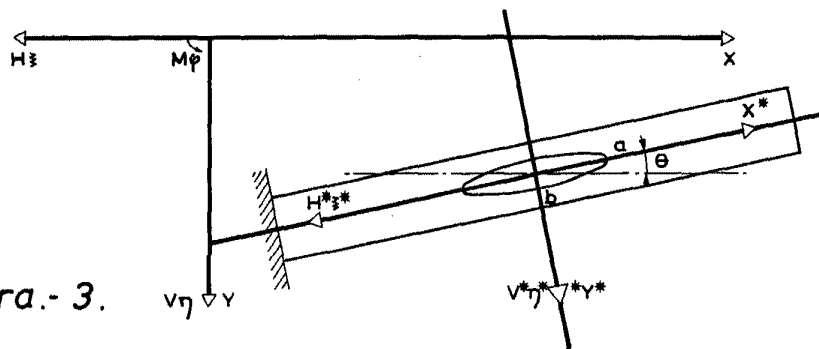


Figura - 3.