

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2018 00283

(22) Data de depozit: 20/04/2018

(41) Data publicării cererii:  
30/10/2019 BOPI nr. 10/2019

(71) Solicitant:  
• SZASZ EUGEN, NR.92, BĂRDEȘTI, MS,  
RO

(72) Inventatori:  
• SZASZ EUGEN, NR.92, BĂRDEȘTI, MS,  
RO

(54) CUPOLA STADIONULUI OLIMPIC, DIN BĂRNE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o cupolă a stadionului, din bărne. Cupola conform invenției are o structură de carapace, alcătuită din niște bărne (01, 02 și 03) din lemn, decojite, legate între ele în rețea spațială, autoportantă, inspirată din forme biologice, având niște noduri (04 și 05) ale rețelelor din suprafețele exterioare, respectiv, interioare, și la fel de pe suprafața mediană, formând hexagoane, alcătuită din elemente din lemn de esență moale, sollicitate la compresiune axială de lungă durată, iar alura cupolei este trasată după formula curbei de presiune directe hiperbolice, care conține parametri determinați în mod interactiv, iar soluția conexiunii capetelor (16) de bărnă chertată în nodurile (04 și 05) rețelei asigură caracteristica tehnică de rezistență și stabilitate a structurii la acțiunile de smulgere a cupolei învelite în întregime, pe ambele fețe, cu niște pânze (17 și 18) translucide, expuse la acțiunile mișcărilor seismice și ale uraganelor de gradul II, și mai cuprinde niște bucle (06 și 07) din cablu de oțel, cu diametrul de 22 mm, de tip antigirator, cu 35 lițe a câte 7 fire, cu o capacitate la rupere Nr mai mare sau egală cu 55800 daN și, la un diametru de 18 mm, Nr mai mare sau egală cu 37400 daN, o clemă (08) de înădădire cablu oțel universal, un tambur (09) oțel cu țevă  $d=60,3 \times 4,5$  mm, lungimea  $S_5=1,16$   $d_1=440$  mm, la fel pentru lungimea  $S_4=1,74$   $d_1=660$  mm, un colier (11 și 12) din Pb oțel 40X5 mm cu raza  $r=140$  mm, la fel pentru  $r=110$  mm, un bolț (13 și 14) opritor bară oțel  $d=28$  mm,  $l=280$  mm, la fel  $d=22$  mm,  $i=220$  mm, un

mortar (14) epoxidic cu ciment și un capăt (16) de bărnă chertată, iar evaluarea stabilității și rezistența structurii cupolei la mișcările seismice amplasate pe terenuri cu accelerație maximă  $\alpha_g \leq 0,30$  g, se consideră cu clasa de risc  $R_g$  IV, de siguranță maximă.

Revendicări: 2  
Figuri: 12

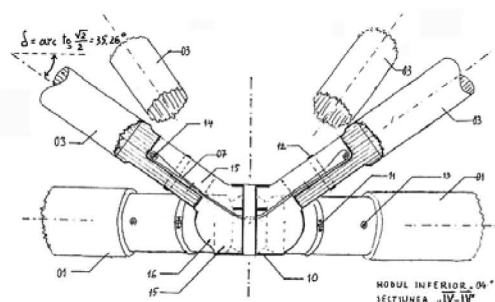


Fig. 7

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



## DESCRIEREA INVENȚIEI

20

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MARCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 218 00 283
Data depozit .20.-04-2018

### “CUPOLA STADIONULUI OLIMPIC DIN BÂRNE”

Invenția reușește să elimine consumul mare de metale energofage și să realizeze o carapace uriașă, cu dimensiunile date în prezenta lucrare, 324 x 200 x 39 m, pe un schelet reticular spatial compus din lemn rotund decojit, de esență moale, cu lungimi și diametre uzuale.

Procedura conexiunilor dintre elementele de lemn prezentate rezolvă transmiterea eforturilor, atât de compresiune, cât și de întindere axiale, în vederea asigurării capacității portante a structurii de înveliș, solicitată la acțiunea uraganelor și mișcărilor seismice.

Baza cupolei se va ancora pe coronamentul tribunelor ridicate la cota notată 0,00 m , situată la 21,00 m deasupra terenului de sport.

Structura tribunelor nu face parte din prezenta invenție.

Invenția poate fi aplicată la acoperirea integrală a obiectivelor cu mari dimensiuni, cum sunt:

- Stadioane olimpice, municipale și orășenești;
- Săli de sport polivalente;
- Bazine de sport olimpice;
- Patinoare;
- Arene hipice;
- Săli de expoziții și târguri.

Învelișul dublu conceput asigură posibilitatea ventilării forțate a spațiului închis, pentru crearea confortului termic și calitatea aerului inhalat, în oricare din anotimpurile anului.

Dimensiunile cupolei olimpice prezentate se pot reduce în funcție de necesitățile reale, folosind relațiile matematice expuse în continuare.

În cele ce urmează se stabilește forma geometrică a suprafeței mediane a structurii reticulare din bârne, în formă de carapace, determinate în sistemul de coordonate carteziene x, y și z.

A se consulta **FIGURA nr. 1**

La cota z=0 se obține elipsa bazei cupolei, cu caracteristicile geometrice:

- Ecuația elipsei  
$$x^2 \cdot a^{-2} + y^2 \cdot b^{-2} = 1$$

Unde:

- Semiaxa mare a elipsei

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{1 + \sqrt{5}}{2} \cdot b = \\
 &= 1,618 \times b = \\
 &= 1,618 \times 100 = \\
 &= \underline{161,80 \text{ m}}
 \end{aligned}$$

- Semiaxa mică a elipsei  
b = 100,00 m

Este de remarcat faptul că "b" este secțiunea de aur din "a".

### **FIGURA nr. 2**

reprezintă curba directoare transversală, este linia de intersecție între cupola și planul vertical cu coordonatele  $y - 0 - z$  și are forma lăntișorului inversat, fiind de presiune.

Curba obținută este determinată din acțiunile încărcărilor gravitaționale permanente de lungă durată, prin procedură grafoanalitică.

Funcția matematică pentru construirea curbei directoare este o relație hiperbolică având parametri determinați iterativ:

$$z_i = (1 + f) \cdot \text{ch} \left\{ \left( \frac{131,68 y_i}{29 b + y_i} \right) \cdot \left[ 1 + \frac{2,222 (b - y_i)}{2,222 b + 2 y_i - f} \right] \right\}$$

unde:

- Înălțimea maximă a cupolei

$$\begin{aligned}
 f &= \frac{c}{2} \cdot \frac{b}{a} = \\
 &= \frac{127,20}{2} \times \frac{100}{161,80} = \\
 &= \underline{39,30 \text{ m}}
 \end{aligned}$$

- Semibaza mică a elipsei de bază

$$b = \underline{100,00 \text{ m}}$$

- $y_i$  – este ordonata punctului  $M_i$  pe axa  $y$
- $z_i$  – este ordonata punctului  $M_i$  pe axa  $z$

Rezultate în cazuri extreme

- dacă  $y_i = 0 \quad \rightarrow \quad z_i = f = 39,30 \text{ m}$
- dacă  $y_i = 100,00 \text{ m} \quad \rightarrow \quad z_i = 0$
- unghiul tangentei la baza curbei  
 $\beta_{12} = 35^\circ$

Curbele de nivel a cupolei la cotele  $z_i$  sunt câte o elipsă, cu semibaza mica egală cu jumătatea distanței dintre punctele  $M_i - N_i$  din FIGURA nr. 2, egală cu ordonata  $y_i$ .

- Curba de nivel la cota  $z_i$  este o elipsă:

- cu semibaza mică =  $y_i$

- semibaza mare

$$x_i = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} \cdot y_i =$$

$$= 1,618 \cdot y_i$$

- distanța focară a elipsei  $z_i$

$$c_i = (x_i^2 - y_i^2)$$

Se precizează că mărimea  $y_i$  este secțiunea de aur din semibaza mare,  $x_i$ .

- Ecuația elipsei la nivelul  $z_i$  este:

$$x^2 \cdot x_i^{-2} + y^2 \cdot y_i^{-2} = 1$$

În modul similar, se pot determina toate coordonatele punctelor de pe suprafața mediană a cupolei.

### **FIGURA nr. 3**

prezintă schema structurii spațiale reticulare compuse din 3 tipuri de bârne proiectate pe planul tangent la un punct anume, de pe suprafața nominală a cupolei, determinate prin coordonatele carteziene date.

Structura spațială reticulară concepută determină 3 suprafețe paralele distincte în formarea carapacei:

- cea nominal mediană, rezultată din coordonatele carteziene, formată din bârne reperul **02**, cu diametrul  $d_2 = 38$  cm, amplasate în forme hexagonale, cu lungimea laturilor  $@ = 4,81$  m ;
- cea exterioară formată din bârne reperul **01**, cu diamtrul  $d_1 = 38$  cm, amplasate în forme triunghiulare echilaterale, cu lungimea laturilor  $@ \cdot 3^{0,5} = 8,(3)$  m ;
- cea interioară este identică cu rețeaua exterioară, în oglindă față de planul median.

Se precizează că:

- suprafața exterioară se va înveli cu pânză de cort înfășurată orizontal succesiv, începând de jos cu rosturi realizate prin suprapunere, în forma solzilor de pește, cu următoarele caracteristici:
  - material textil natural sau sintetic;
  - țesătură deasă și rezistentă la tracțiune  $f_u \geq 20$  daN / cm ;
  - ignifugare garantată;
  - hidrofug;
  - material rezistent la razele ultraviolete;

- pânza de cort finită translucidă pentru a asigura iluminatul natural ziua în spațiul interior.
- suprafața inferioară sub rețeaua triunghiulară se va închide cu pânză de cort translucidă ignifugă pentru asigurarea circulației aerului condiționat, necesar climatizării spațiilor și topirii zăpezilor de pe mantaua exterioară.

Poziția nodurilor dintre bare a fost marcată cu reperele **04** și **05**, din care nodurile de pe suprafețele exterioare suprapuse cu cele interioare sunt reperele **04**, cu 2 cercelete concentrice și cele de pe suprafața mediană cu hexagoane sunt reperele **05**, cu un cerculeț.

#### **FIGURA nr. 4**

Este secțiunea II – II care trece prin latura hexagonului, urmând traseul contrafișelor, marcate cu reper **03**, prezintă și grosimea nominală a cupolei notată cu @.

Mărimea reperului @ corespunde lungimii laturii hexagonului din suprafața mediană și se determină ca o fracțiune din semi-axa mică  $b = 100$  m a elipsei de bază:

$$\begin{aligned} @ &= \frac{b}{12\sqrt{3}} = \frac{100,00}{12\sqrt{3}} = \\ &= \underline{4,81 \text{ m}} \end{aligned}$$

Contrafișele reper **03** dintre nodurile reperelor **04** și **05** au diametru  $d_3 = 32$  cm, înclinate față de suprafața mediană la unghiul

$$\delta = \text{arc tg } 0,5 = \underline{26,56^\circ}$$

cu lungimea nominală

$$\begin{aligned} l_3 &= @ (3 \times 2^{-1})^{0,5} = 4,81 (3 \times 2^{-1})^{0,5} = \\ &= \underline{5,89 \text{ m}} \end{aligned}$$

#### **FIGURA nr. 5**

Reprezintă vederea de sus a nodului inferior, reper nr. **04**, în care concură 3 perechi de bare, reper nr. **01** din rețeaua inferioară triunghiulară și 6 contrafișe, reper nr **03**.

Vederea nodului superior reper **04** din rețeaua triunghiulară exterioară, văzută din interior spre exterior este identică cu desenul din FIGURA nr. 5.

#### **FIGURA nr. 6**

Este secțiunea III – III trasată pe desenul din FIGURA nr. 5, trece prin 2 bare reper **01** legate între ele cu o buclă de cablu oțel  $\varphi = 22$  mm tip antigiratorii cu 35 lițe a câte 7 fire împletite, capacitatea de rupere  $N_r = 55800$  daN, notată cu reper nr

06. Este de menționat că celelalte 2 perechi de bare reper 01 așezate față în față sunt legate între ele cu câte o buclă de cablu reper nr 06.

În centrul nodului din FIGURA nr 6 se află tamburul de oțel reper nr. 10 pentru etanșarea parțială a monolitizării nodului reper 04 cu mortar epoxitic cu ciment, reper nr 15.

#### **FIGURA nr. 7**

Este secțiunea IV – IV trasată pe desenul din FIGURA nr.5, trece prin 2 bare de contrafișe situate față în față, ancorate cu o buclă de cablu  $0,8 \varphi = 18$  mm tip antigiratorii, notată cu reper nr 07. Celelalte 2 perechi de contrafișe se vor lega între ele în mod similar.

#### **FIGURA nr. 8**

Reprezintă secțiune paralelă cu suprafața mediană din nodul cu reper nr 05, trecând prin capetele barelor concurente din hexagon cu reper nr 02.

Se pot vedea creștăuile locașurilor buclelor de cabluri, reper nr 06 și colierele din platbandă de oțel  $40 \times 5$  mm , reper nr 11, deasemenea bolțurile de blocare la capetele buclelor de cabluri din oțel rotund  $d = 28$  mm , reper nr 13.

#### **FIGURA nr. 9**

Este secțiunea a – a c trasată pe desenul din FIGURA nr.8, trece printr-o bară hexagonală reper nr 02 și printr-o pereche de contrafișe reper 03 bifurcate în sus și jos, direcționate spre nodurile reper nr. 04 periferice.

Se pot evidenția plecările buclelor de cabluri reper 06 din bolțuri reper nr 13 din bara hexagonului, orientându-se una din bucle la bolțul reper nr 14 din contrafișa orientată în sus, iar cealaltă buclă în mod similar se conexează la contrafișa orientată în jos.

În centrul nodului din FIGURA nr. 9 se află tamburul de oțel reper nr 09 pentru etanșarea parțială a monolitizării nodului reper nr 05 cu mortar epoxitic cu ciment reper nr 15.

#### **FIGURA nr. 10**

Conține reperatele de confecții metalice din nodurile structurii cupolei. Buclele din cabluri de oțel tip antigiratorii reperate nr 06 și 07 sunt compuse din lițe a câte 7 fire împletite la diametre  $\varphi = 22$  mm, respectiv  $0,8 \varphi = 18$  mm, având capacitatea la rupere  $N_r = 55800$  daN, respectiv  $37400$  daN.

Colierele de oțel din platbandă  $40 \times 5$  mm dotate cu șuruburi de tensionare M 16 mm au 2 tipuri de raze de curbură  $r = 180$  mm, respectiv  $150$  mm, potrivit diametrului bânelor notate pe desene cu reperatele nr 11 , respectiv 12. Aceste bride

N

au rolul de a împiedica exfolierea fibrelor de lemn de la capătul bânelor supuse la întindere sau compresiune excesivă.

Tamburii de oțel reperatele 09 și 10 din centrul nodurilor inferioare și superioare, respectiv celor mediane, asigură convergența eforturilor axiale de întindere și compresiune din rețelele spațiale și au rolul transducerii încărcărilor de pe cupolă la scheletul suportului, respectiv la fundații. Totodată tamburii au și rol de cofraje la reținerea mortarului de monolitizare epoxitic cu ciment, notat pe desene cu reper nr 15.

DIMENSIONAREA elementelor componente ale structurii de rezistență a cupolei a fost efectuată în stările de lucru din domeniul deformațiilor elastice reversibile și sunt reprezentate la scara desenelor din figurile 1 ... 10 .

Ipotezele de încărcări au fost combinate în variantele cele mai defavorabile posibile, cu respectarea codului de proiectare CR0 – 2012.

Solicitările maxime din elementele reticulare apar la încărcările permanente combinate cu acțiunea de smulgere a uraganului, cu valoarea de referință a vitezei de propagare la cota  $z = f = 39,30$  m, mediate la 10 minute, egală cu 49 m/s. Calculele au fost efectuate potrivit codului CR 1-1-4/ 2012.

Încărcările cu zăpadă nu se iau în considerare datorită climatizării spațiilor.

Evaluarea stabilității și rezistența structurii cupolei la mișcările seismice amplasate pe terenuri cu accelerație maximă  $\alpha_g \leq 0,30$  g , se consideră cu

CLASA DE RISC R,IV ,

de siguranță maximă.

-- : --



**Simbolizarea reperelor din FIGURILE nr 1 ... 10****Invenția: "CUPOLA STADIONULUI OLIMPIC DIN BÂRNE"**

Nr simbol	Denumirea reperului	Figura nr.
01	BÂRNE cu diametru nominal $d_1 = 38$ cm, din rețelele exterioare și interioare triunghiulare	3, 4, 5, 6, 7
02	BÂRNE cu diametru nominal $d_2 = 38$ cm, din rețeaua mediană hexagonală	3, 4, 8, 9
03	BÂRNE de contrafișe cu diametru nominal $d_3 = 32$ cm	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
04	NODURILE rețelelor din suprafețele exterioare, respective interioare	3, 4
05	IDEM de pe suprafața mediană, formând hexagonale	3, 4
06	BUCLA din cablu oțel $\varphi = 22$ mm tip antigirator, 35 lițe a 7 fire, capacitatea la rupere $Nr \geq 55800$ daN	5, 6, 8, 9, 10
07	IDEM diametru $0,8 \varphi = 18$ mm, $Nr \geq 37400$ daN	7, 10
08	CLEMĂ de înădare cablu oțel universal	6
09	TAMBUR oțel cu țevă $d = 60,3 \times 4,5$ mm, lungimea $S5 = 1,16 d_1 = 440$ mm	9, 10
10	IDEM, lungimea $S4 = 1,74 d_1 = 660$ mm	6, 7, 10
11	COLIER din Pb oțel $40 \times 5$ mm cu rază $r = 140$ mm	6, 7, 8, 9, 10
12	IDEM cu $r = 110$ mm	7, 8, 9, 10
13	BOLȚ opritor bară oțel $d = 28$ mm, $l = 280$ mm	6, 7, 8, 9
14	IDEM $d = 22$ mm, $l = 220$ mm	6, 7, 8, 9
15	MORTAR epoxitic cu ciment	6, 7, 9
16	CAPĂT DE BÂRNĂ chertată	6, 7

SE ANEXEAZĂ:

- Desenele din FIGURILE nr 01 ... 10



REVENDICĂRI  
privind protecția invenției

**TITLUL: “CUPOLA STADIONULUI OLIMPIC DIN BÂRNE”**

1. Structura de carapace uriașă din bârne de lemn decojite [01; 02; 03], legate între ele în rețea spațială autoportantă, este inspirată din forme biologice naturale **caracterizate prin concepție unică**, formată din elemente din lemn de esență moale solicitate la compresiune axială de lungă durată, iar alura cupolei este trasată după formula curbei de presiune directoare hiperbolice, care conține parametrii determinați în mod iterativ (a se vedea precizările de la pg. 2 din cadrul Descrierii invenției).
2. Soluția conexiunii capetelor de bârne în nodurile rețelei [04; ...16] **asigură caracteristica tehnică de rezistență și stabilitate** a structurii la acțiunile de smulgere a cupolei învelite în întregime pe ambele fețe cu pânze translucide [17;18] expuse la acțiunile mișcărilor seismice și ale uraganelor de gradul II.

-- --



BAZA CUPOLEI,  $Z=0$

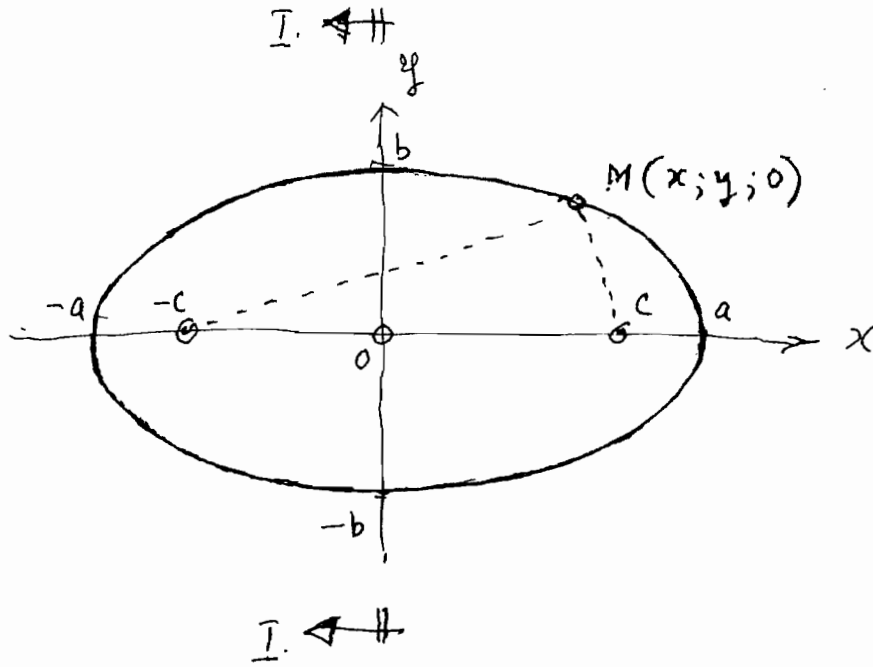


FIGURA nr. 1

SECTIUNEA I-I.

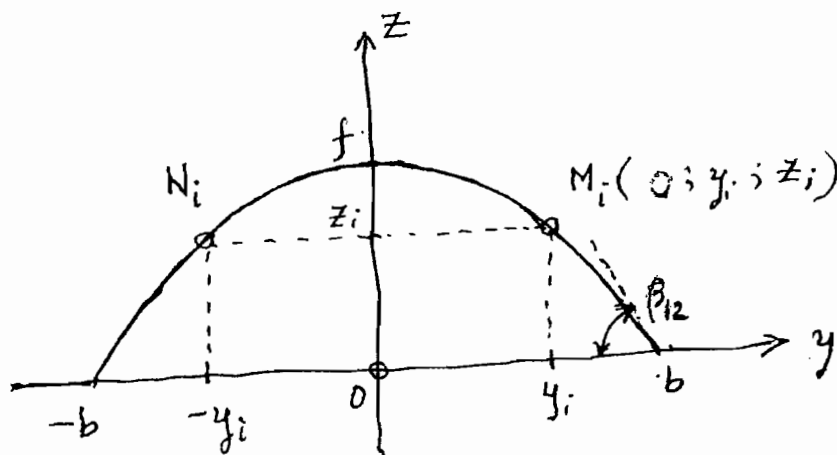
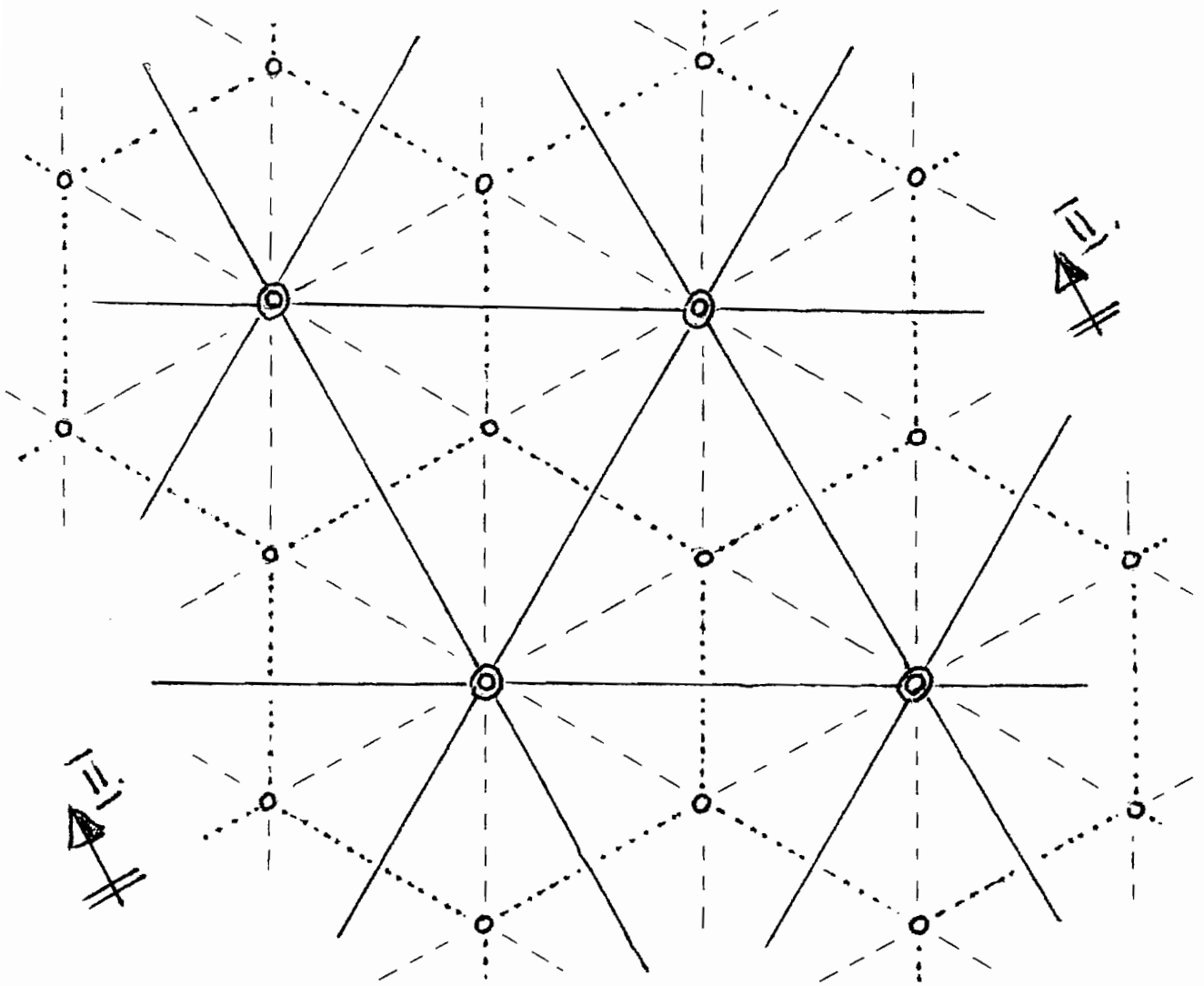


FIGURA nr. 2

*[Handwritten mark]*

# RETEAUA DE BARNE



REPERE nr.:

- 01
- ..... 02
- - - 03
- ⊙ 04
- 05

FIGURA nr. 3

*b*

SECTIUNEA II - II.

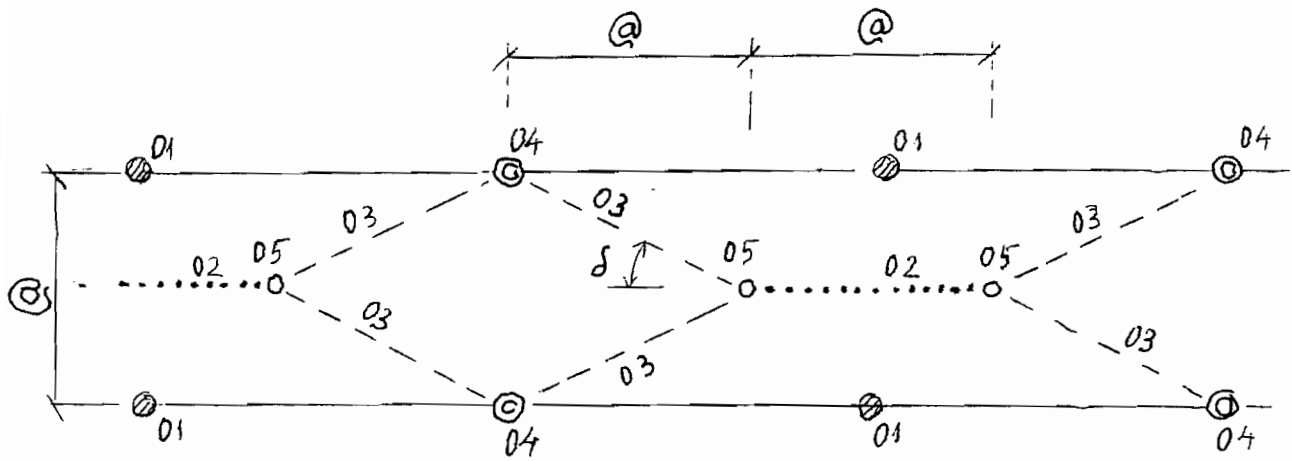


FIGURA nr. 4

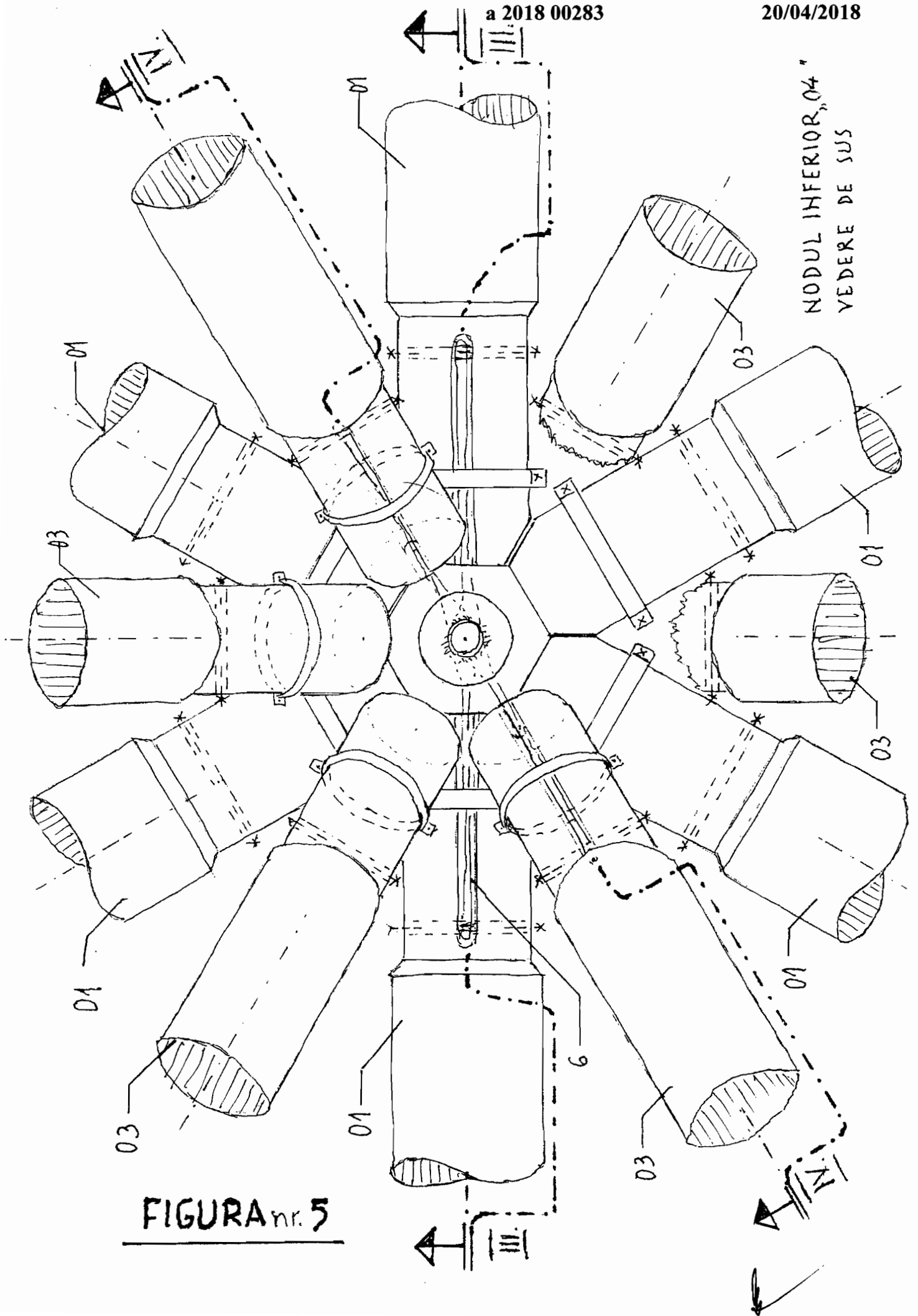


FIGURA nr. 5

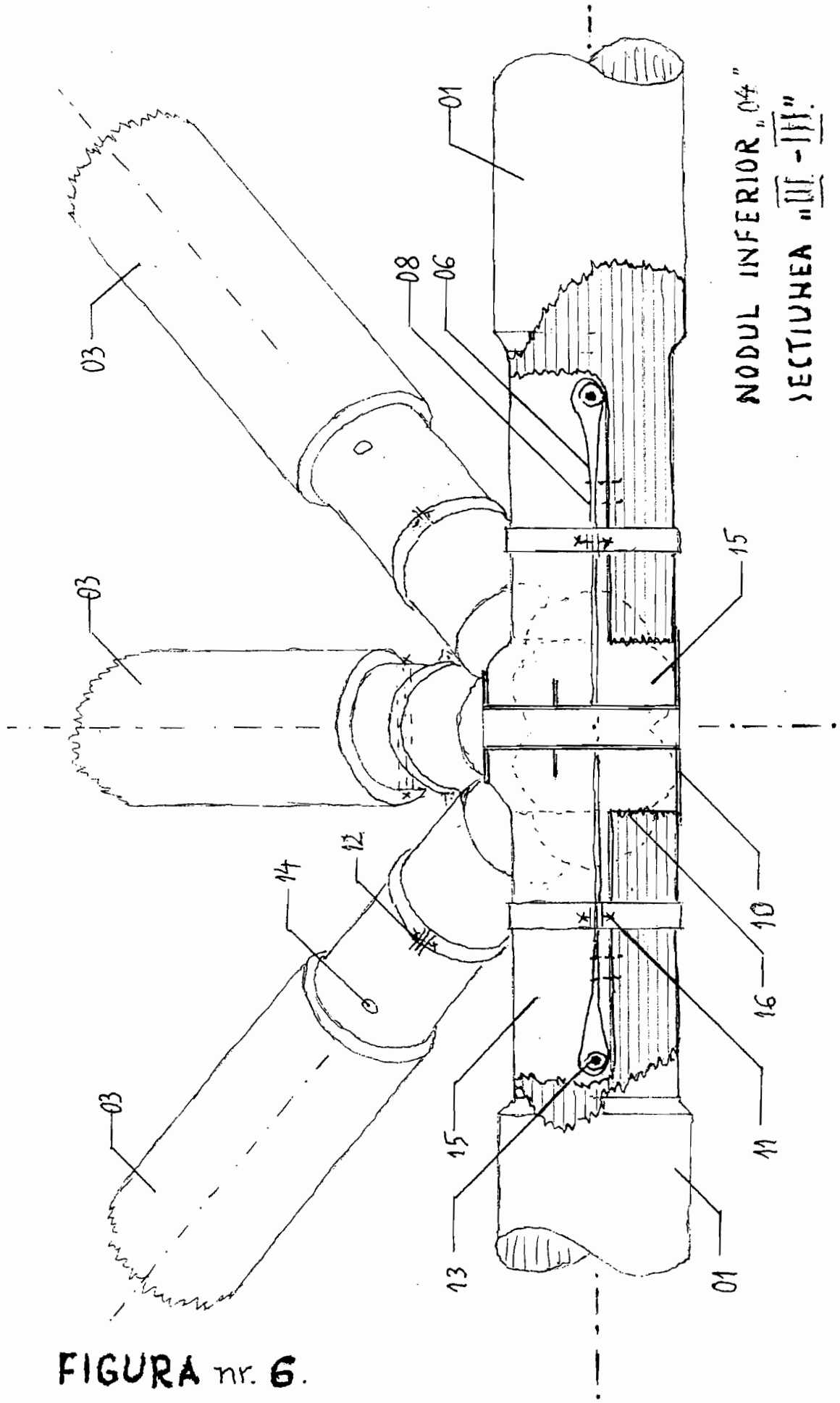
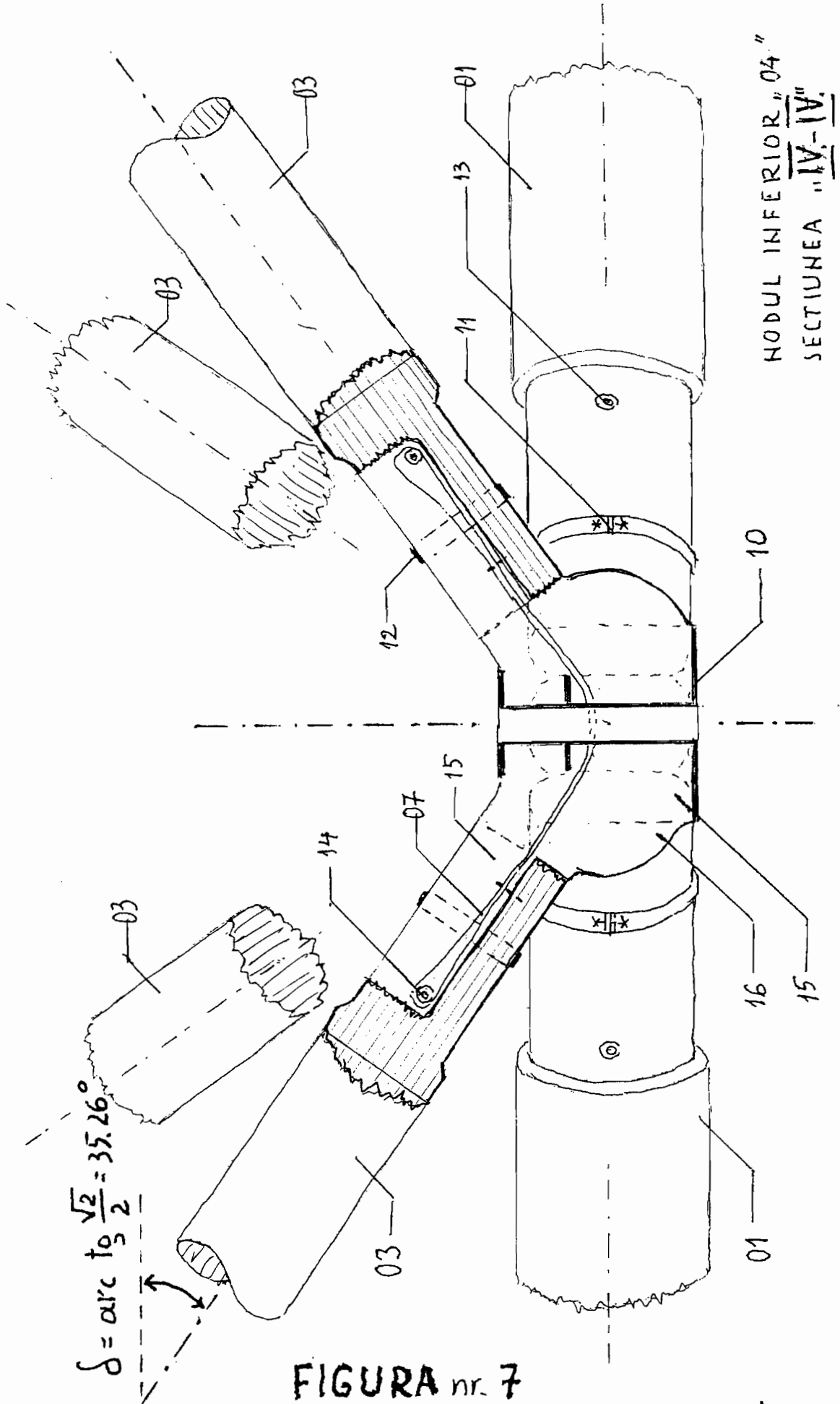


FIGURA nr. 6.

*[Handwritten signature]*



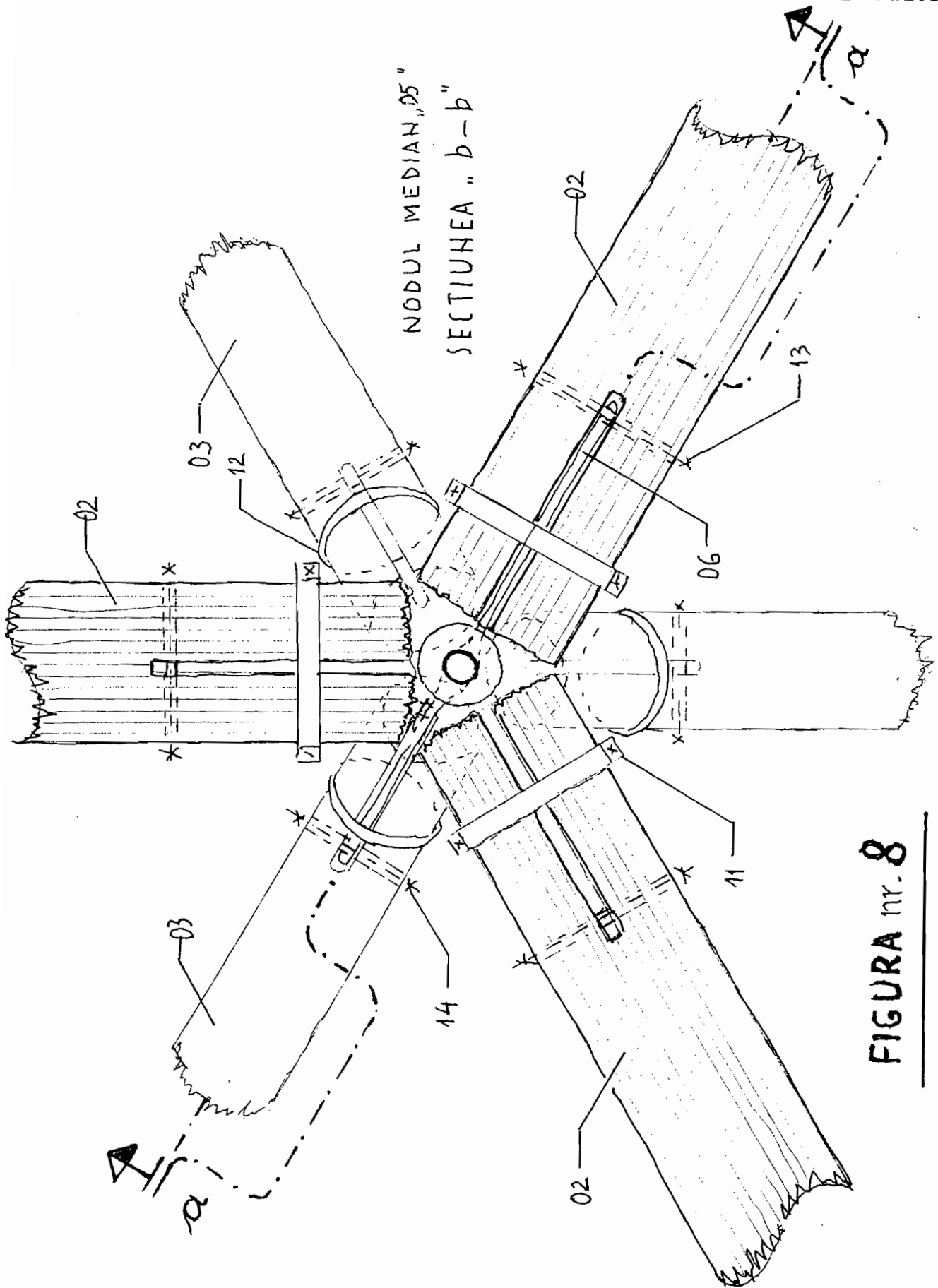
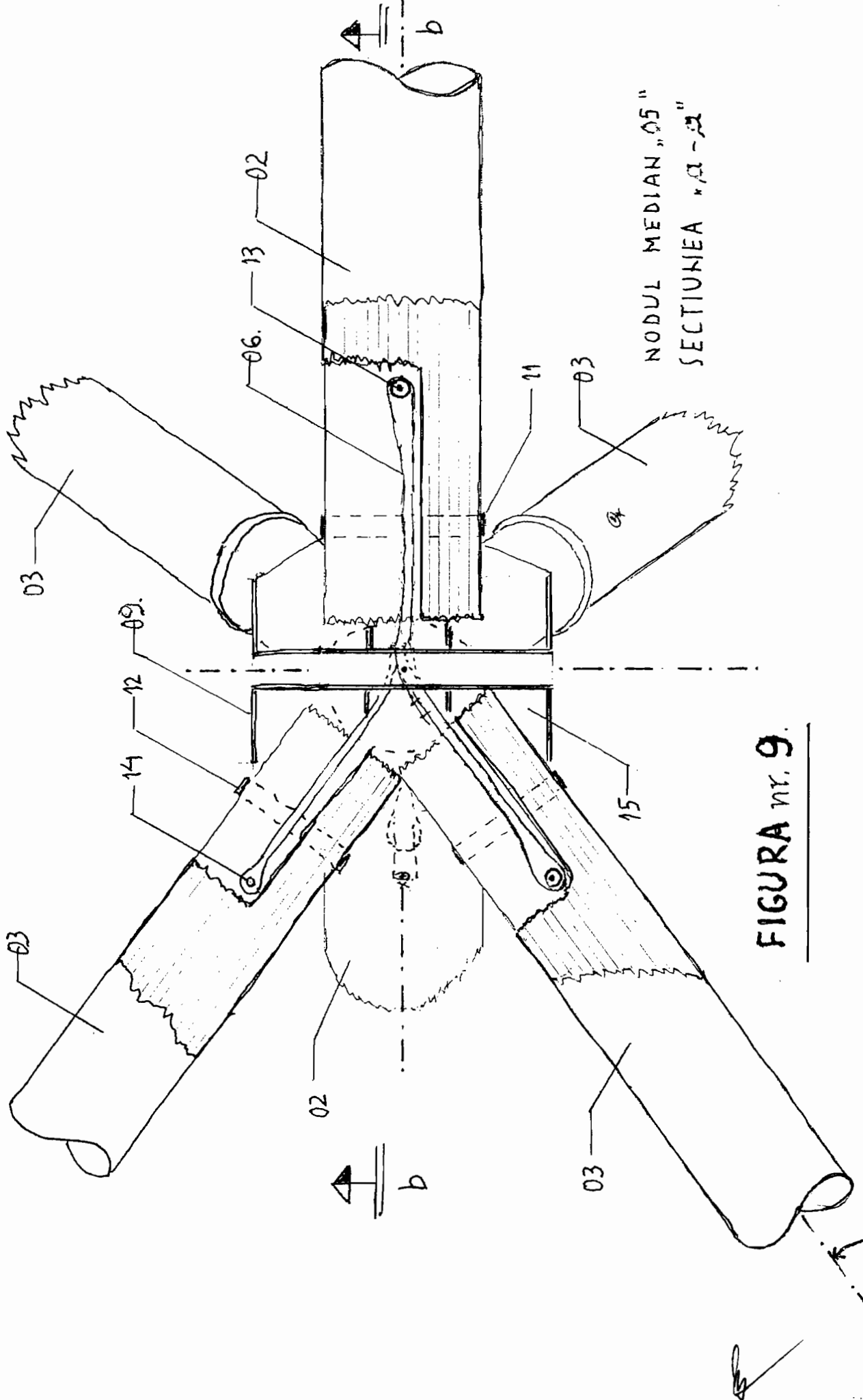


FIGURA nr. 8





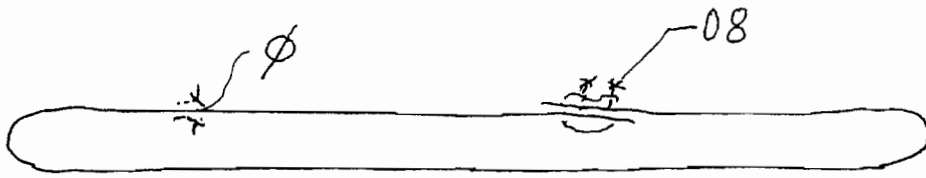


NODUL MEDIAN „05”  
SECTIUNEA „a-a”

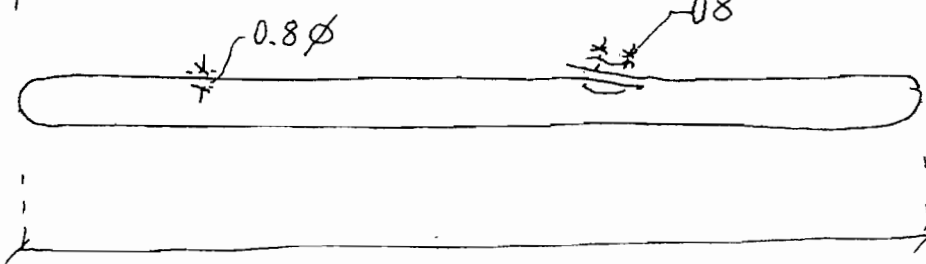
FIGURA nr. 9.



REPER nr. 06.

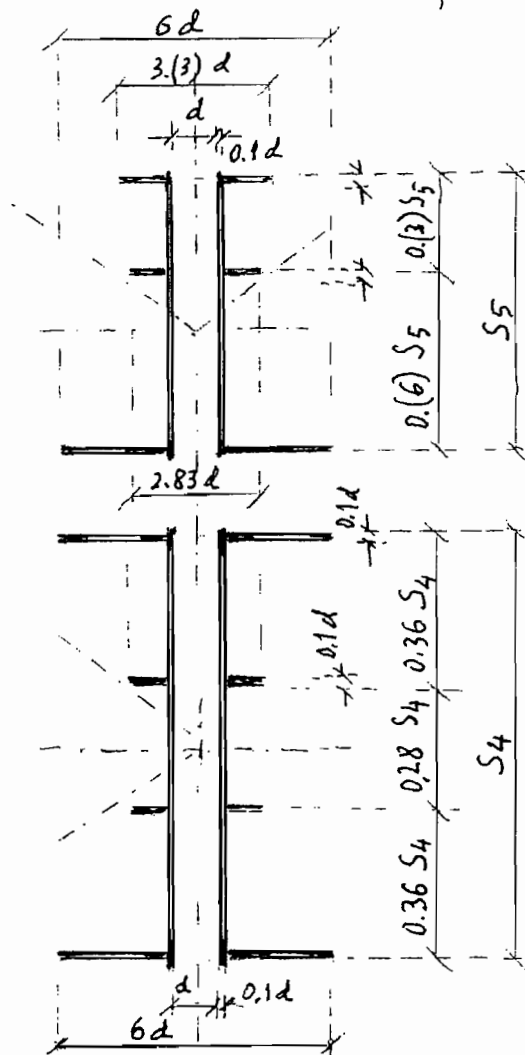
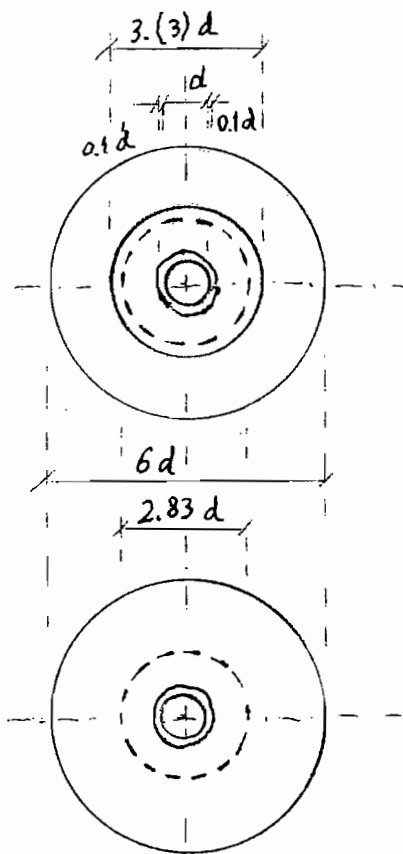
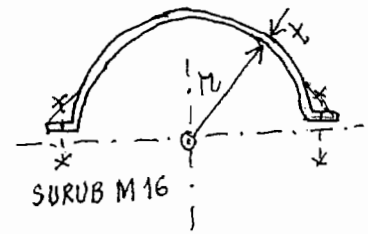


REPER nr. 07



REPERELE nr. 11 SI 12

REPERELE nr. 09. SI 10

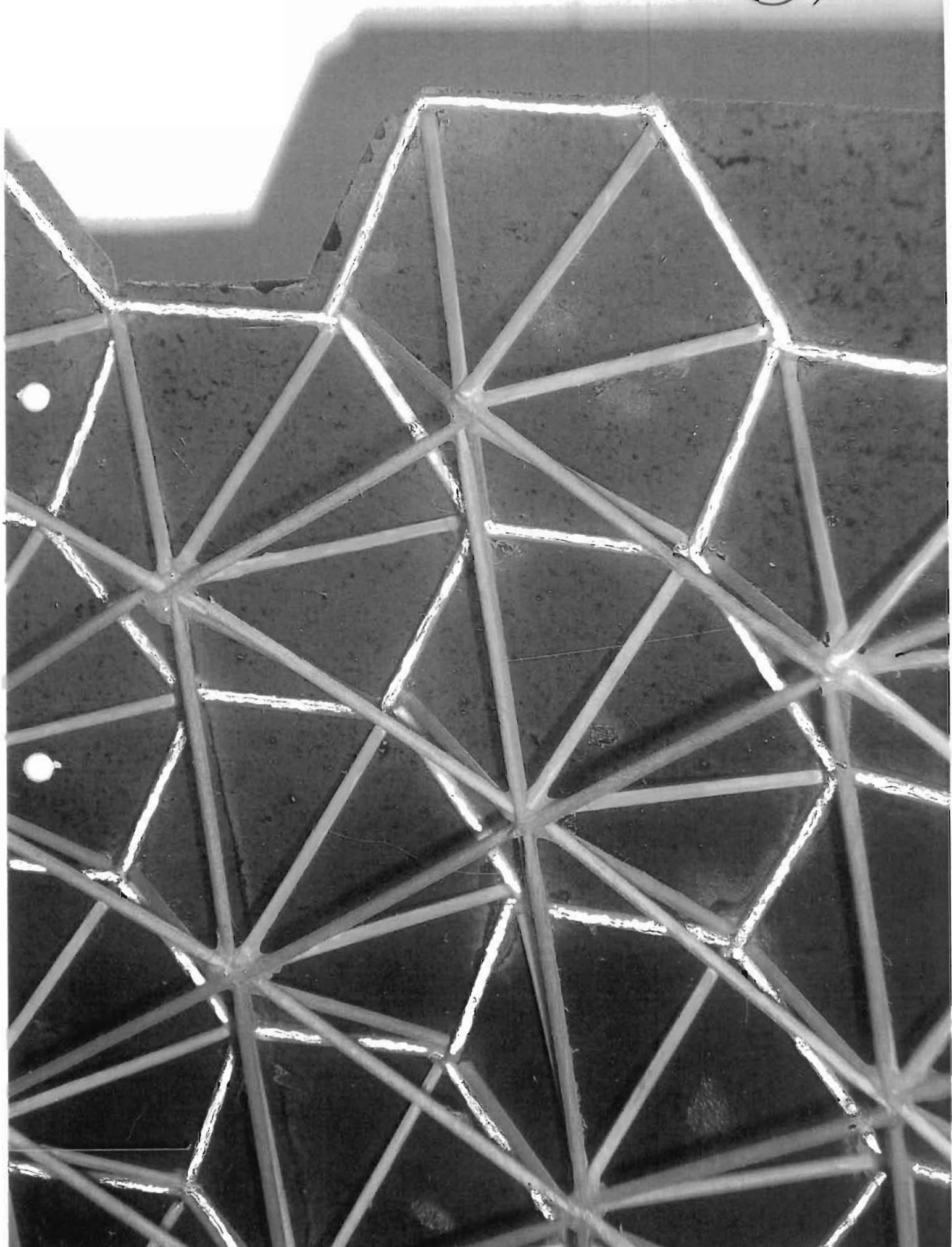


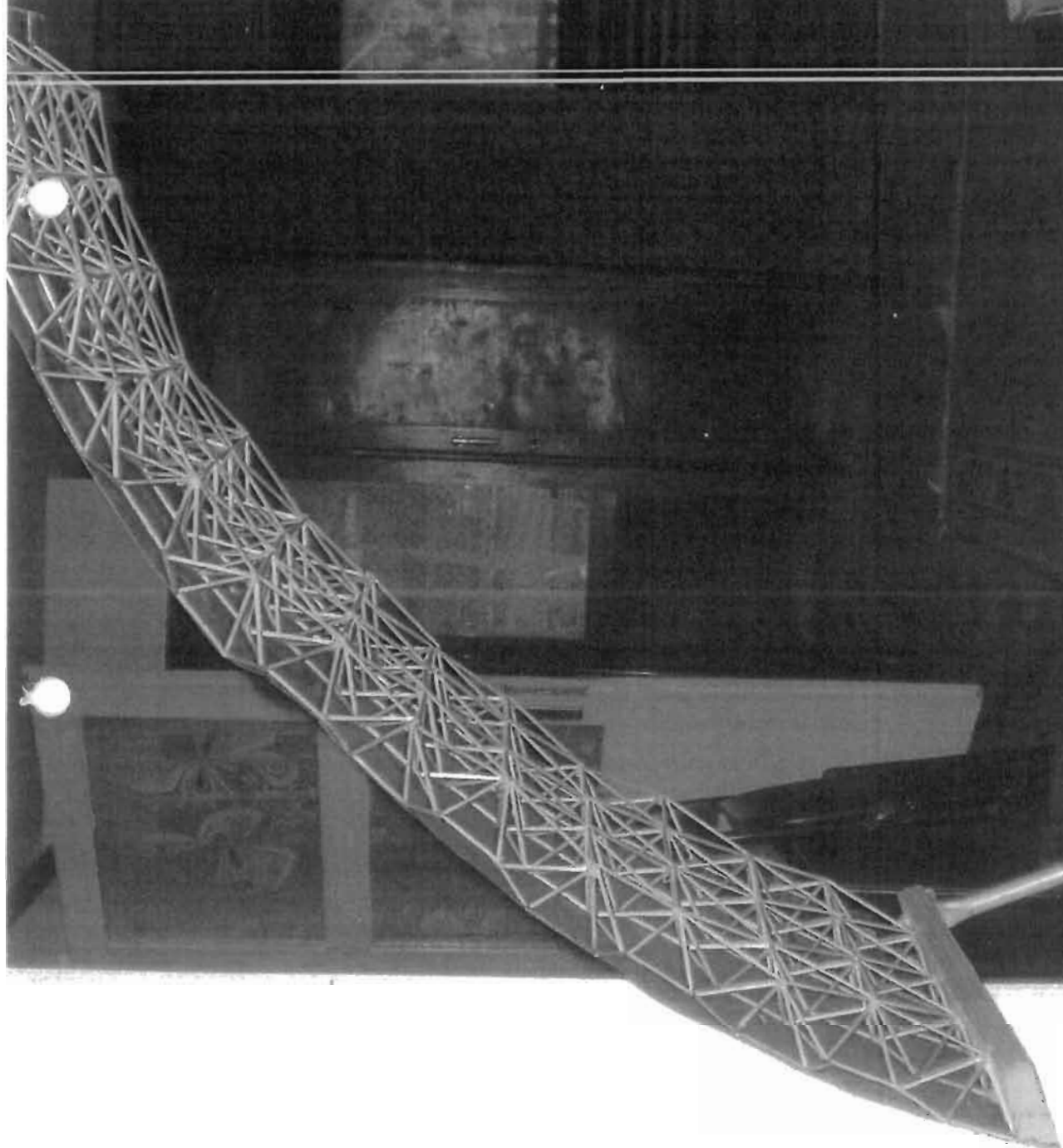
**FIGURA nr. 10**

a 2018 00283

20/04/2018  
01.

3





02.

