

Estructures

Objectiu

Calcular les forces de tracció i compressió en les barres d'una estructura, i comparar-les amb les mesures experimentals.

Fonament teòric

Les estructures estan compostes per elements rectes (barres) connectats en nusos localitzats en els extrems dels elements. Es formulen quatre hipòtesis fonamentals en l'anàlisi de les barres.

1. Les barres estan lligades només pels extrems.
2. Aquestes barres estan connectades per passadors sense fregament.
3. Només estan carregades als nusos (punts d'unió).
4. Es pot menysprear el pes de les barres.

Anàlisi d'una estructura completa

Les forces externes són les que fan els suports i els pesos. Podem determinar les forces externes aplicant que, al conjunt de l'estructura, les forces internes s'anul·len degut al principi d'acció i reacció. Per tant, en equilibri la suma de forces externes és zero, i la suma dels moments externs respecte de qualsevol punt P també és zero. Per a una estructura plana:

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$\sum M_P = 0$$

Mètode dels nusos

Cadascuna una de les parts de l'estructura també ha d'estar en equilibri. Aquí convé tenir clar que un nus és una petita part de l'estructura.

El mètode dels nusos consisteix a dibuixar les forces que actuen a cadascun dels nusos i aplicar, per a cada nus, que:

$$\sum F_x = 0$$

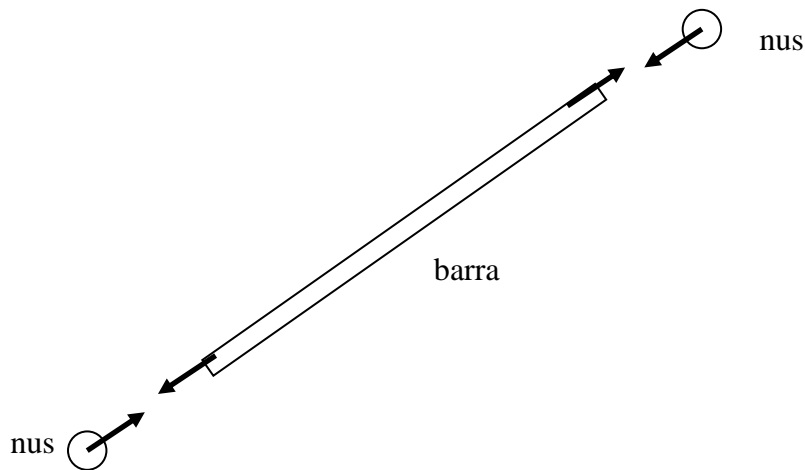
$$\sum F_y = 0$$

Per la llei d'acció-reacció, si una força estira d'un nus, aquest en fa una de sentit oposat que estira la barra, i tendeix a allargar-la (vegeu la figura).

Igualment, si una força comprimeix un nus, aquest en fa una de sentit oposat que comprimeix la barra.

Les forces que estiren de l'extrem d'una barra s'anomenen forces de **tracció**. Les forces que comprimeixen una barra s'anomenen de **compressió**.

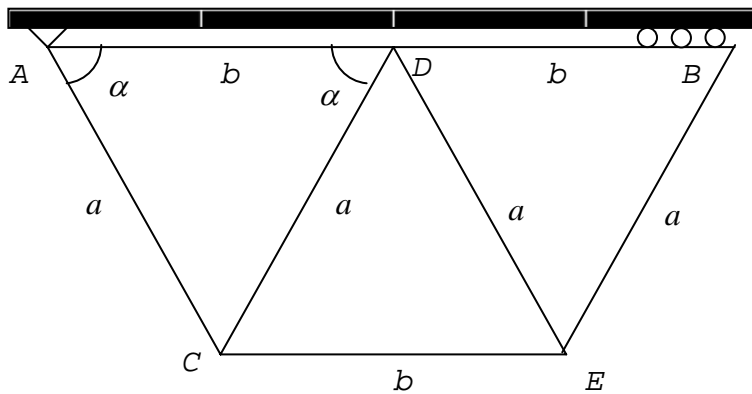
El millor és, quan fem l'esquema de forces d'un nus concret, suposar que totes les forces **estiren** del nus. Per tant, la barra estarà sotmesa a tracció si la força corresponent és positiva. En canvi, si en fer els càlculs alguna dona **negativa**, voldrà dir que és de **compressió**.



Exemple de forces de **tracció** sobre una barra i sobre els dos nusos on acaba la barra. Hem dibuixat els nusos separats de la barra perquè es vegin bé les forces. Observeu que en equilibri les quatre forces són iguals. En el cas de **compressió**, totes quatre donarien **negatives** perquè tindrien el sentit oposat al que s'ha suposat en el dibuix.

Mètode operatiu

En aquesta pràctica es muntarà l'estructura següent:



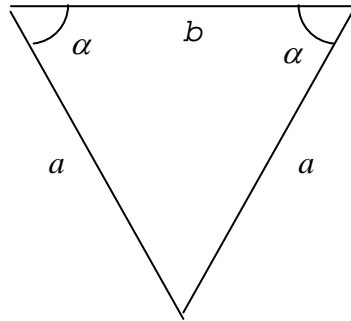
Per seguretat, que ningú es posi a sota de l'estructura.

- Munteu l'estructura sense col·locar-hi cap càrrega. Observeu que a B hi ha llibertat en la direcció horitzontal.
 - Mesureu la longitud de tots els costats.
 - Amb un dinamòmetre, mesureu els dos pesos (P_C i P_E) que després es col·locaran en els nusos C i E.
 - Anoteu què marquen els dinamòmetres a cadascuna de les barres de l'estructura. Els dinamòmetres s'han de col·locar de forma que les barres no es toquin. Pel que fa als dinamòmetres digitals, cal engegar totes dues fonts de corrent i esperar aproximadament un minut a que s'estabilitzin. Es pot deduir si les forces són de tracció o de compressió, simplement, observant el sentit de gir de l'agulla dels dinamòmetres manuals i el signe dels digitals.
- Important:* poseu l'indicador dels dinamòmetres (tant manuals com digitals) a zero un cop muntada

l'estructura, però abans de penjar-hi el pes (els digitals es graduen amb una rosca situada a la part posterior).

Tractament de dades i qüestions

- 1) A l'estructura real els triangles no són exactament iguals ni isòscels. Determineu el valor representatiu (mitjana) de la longitud a i també de b .
- 2) Aproximarem l'estructura a un conjunt de triangles isòscels iguals. Calculeu el valor de l'angle α a partir dels valors representatius d' a i b .



- 3) Aplicant l'anàlisi de l'estructura completa, calculeu les components x i y de les forces externes \vec{F}_A i \vec{F}_B .
- 4) Aplicant el mètode dels nusos, calculeu les forces de compressió o tracció que actuen a cada element de l'estructura. Dibuixeu les forces sobre els nusos, totes en tracció.
- 5) Compareu els resultats obtinguts a l'apartat anterior amb els experimentals. Totes les forces que heu calculat que són de tracció, ho són efectivament? I les de compressió?
- 6) Quines podrien ser les causes de les diferències observades?
- 7) Si les barres fossin d'un material que aguanta 40 N/cm^2 a tracció i 60 N/cm^2 a compressió, i la seva secció és de 1 cm^2 , aguantaria l'estructura?

Estructures

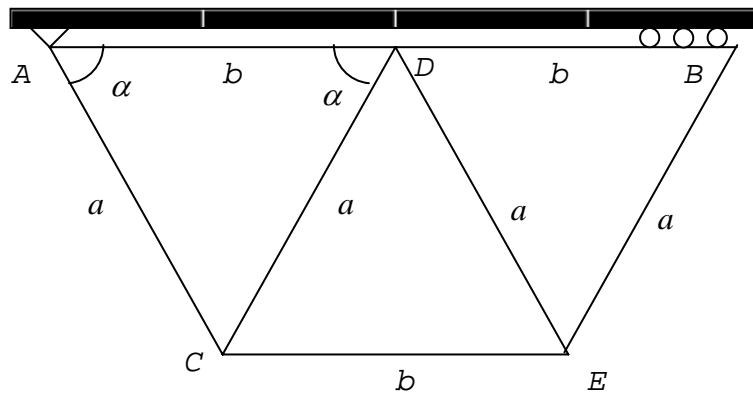
1) Apunteu els resultats obtinguts per a les magnituds següents (feu els càlculs a la cara posterior):

a) Els valors mitjans dels costats, a i b .

b) El valor de l'angle α .

c) els pesos aplicats (P_C i P_E), en Newtons.

2) Representeu les forces externes sobre la figura:



3) Ompliu la taula (feu els càlculs a la cara posterior):

		T_{AC}	T_{CD}	T_{DE}	T_{EB}	T_{BD}	T_{DA}	T_{CE}	F_{Ax}	F_{Ay}	F_{Bx}	F_{By}
Teòrics	Newtons											
	T o C *								--	--	--	--
Experi-mentals	T o C *								--	--	--	--
	Newtons								--	--	--	--

* T = Tracció; C = Compensió

4) Indiqueu a la figura anterior si la força a cada barra és de tenrió (T) o compressió (C).

5) Compareu els resultats teòrics amb els experimentals. Quines poden ser les causes de les diferències observades entre els valors teòrics i els experimentals?

6) Si les barres fossin d'un material tal que poguessin aguantar fins a 40 N (en tracció) i 60 N (en compressió), aguantaria l'estructura els pesos que hem penjat?