

RMAII INFORMES I PRACTIQUES REALITZADES AL
LLARG DEL QUADRIMESTRE

LABORATORI DE RESISTÈNCIA DE MATERIALS

- PRÀCTICA 1 -

MESURA DE DEFORMACIONS I ANÀLISI DE TENSIONS EN PECES SOTMESES A TRACCIÓ

Índex:

1. Objectiu de la pràctica
2. Mètode analític
3. Mètode experimental
 - 3.1 Mesura de la deformació a tracció utilitzant una sola galga connectada en quart de pont.
 - 3.2 Mesura de la deformació a tracció utilitzant dues galgues, una a cada banda de la peça, connectades en mig pont per compensar els defectes de la deformació pròpia de la proveta.
4. Anàlisi de resultats

1.- OBJECTIU DE LA PRÀCTICA

Comparació entre els resultats del càlcul analític de tensions en un element prismàtic sotmès a un esforç normal de tracció i les mesures obtingudes experimentalment utilitzant la tècnica de l'extensometria elèctrica.

2.- MÈTODE ANALÍTIC

Calcular la tensió normal de treball i la deformació longitudinal en microdeformacions en aplicar 100 kg a tracció a la proveta d'acer inoxidable tipus "L" amb un mòdul d'elasticitat $E=2,2 \times 10^5$ MPa. Mesurar amb peu de rei les dimensions de la secció de la proveta.

Càlculs:

$$F = mg = 100 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 981 \text{ N}$$

$$\varepsilon = \frac{17,43 \text{ MPa}}{2,2 \cdot 10^5 \text{ MPa}} = 7,92 \cdot 10^{-5}$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{981 \text{ N}}{56,287} = 17,43 \text{ MPa}$$

$$A = 19,75 \cdot 2,85 = 56,287 \text{ mm}^2$$

DADES ANALÍTQUES			
Força [N]	Tensió $\sigma = F/A$ [MPa]	Deformació $\varepsilon = \sigma/E$	Microdeformacions [$\mu\varepsilon$]
981	17,43	$7,92 \cdot 10^{-5}$	79,22

$$1 \varepsilon = 10^6 \mu\varepsilon$$

3.- MÈTODE EXPERIMENTAL

Per a realitzar la pràctica s'utilitzen provetes tipus "L" com es mostra a la **Figura 1**.

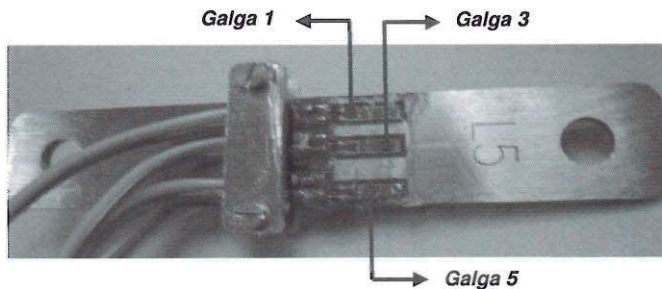
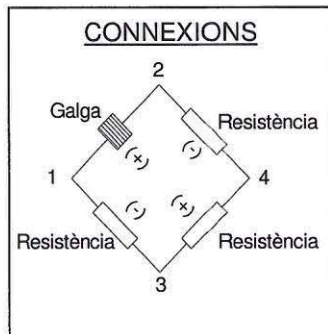


Figura 1. Mostra de les provetes tipus "L". Les galgues simètriques, col·locades a la cara del darrere, són respectivament les 2, 4 i 6.

Per l'aplicació de la força s'utilitzarà la bancada de càrregues que provoca sobre la proveta forces 10 vegades superiors als pesos aplicats, amb una relació del braç de palanca de 1 a 10.

3.1.- Mesura de la deformació a tracció utilitzant una sola galga connectada en quart de pont.

Connectar les 6 galgues longitudinals de la proveta per separat i sotmetre la platina a una força de **tracció de 100 kg**. Recordeu que cada operació de càrrega i descàrrega exigeix posar a zero la unitat de lectura.



DADES EXPERIMENTALS							
Càrrega 100 Kg	Lectures [$\mu\epsilon$]					Mitjana*	Càlcul $\sigma = \epsilon \cdot E$
Galga 1	265	270	280	275	275	277	60,06
Galga 2	-130	-120	-125	-125	-120	-124	-27,28
Galga 3	260	275	275	270	275	271	59,62
Galga 4	-125	-125	-120	-125	-125	-124	-27,28
Galga 5	270	280	280	270	270	274	60,28
Galga 6	-130	-130	-130	-135	-130	-131	-28,82

* Descompta els valors anòmals.

Per què no donen el mateix valor totes les galgues?

No donen el mateix valor degut a la concavitat convexitat i irregularitats de la proveta. El canvi de signe depèn de la tracció o compressió sobre la galga depenent de la concavitat o convexitat (tracc., @; comp., @).

3.2- Mesura de la deformació a tracció utilitzant dues galgues, una a cada banda de la peça, connectades en mig pont per compensar els defectes de la deformació pròpia de la proveta.

Carregar la peça amb 200 kg de força a tracció. Les lectures corresponen a la suma de la deformació en tracció de les dues galgues connectades en branques positives i oposades del pont. Aquest aspecte s'ha de considerar a l'hora de calcular la tensió normal.

CONNEXIONS

DADES EXPERIMENTALS

Càrrega 100 Kg	Lectures [$\mu\epsilon$]					Mitjana *	Càlcul $\sigma = E \cdot \epsilon$
Galga 1+2	165	170	170	170	165	$16\frac{1}{2} = 84$	18,48 MPa
Galga 3+4	165	160	155	160	165	$16\frac{1}{2} = 80,5$	17,71 MPa
Galga 5+6	155	155	155	160	155	$156\frac{1}{2} = 78$	17,16 MPa

* Descompta els valors anòmals.

Justifica la diferència entre els resultats de les dues proves anteriors dels apartats 3.1 i 3.2.

Els valors ~~minimals~~ de l'apartat 3.1 corresponen al valor de les galgues per separat, per tant no s'eliminen les irregularitats i, per tant, la marca correspon al desplaçament per a recuperar la posició estirada completament més la tracció corresponent.

Els valors de l'apartat 3.2 han solt representar la tensió de tracció ja que al col·locar les galgues de cores oposades en mig pont, eliminem les tensions de recuperació de forma (després al canvi de signe) i ens quedem només amb el valor de tracció de la proveta (multiplicada per dos, per tant, cal dividir per dos el resultat).

Entre els dos casos anteriors, decideix raonadament quin tipus de connexions utilitzaries per conèixer les deformacions quan carreguem la proveta amb 120kg.

Ja que no ens interessa la recuperació de forma i, tan sols, el valor de tracció, fariem una connexió del tipus de l'apartat 3.2 (dividint el resultat entre dos).

4.- ANÀLISI DE RESULTATS

Càlcul i justificació de la desviació (en %) de les tensions teòriques respecte a les experimentals, per als casos dels dos apartats de mesures experimentals. *Per a la determinació de la tensió experimental en cada cas, calcula el promig descomptant els valors anòmals.*

$$\text{Desviació (\%)} = \frac{\sigma_{\text{experimental}} - \sigma_{\text{analítica}}}{\sigma_{\text{experimental}}}$$

DADES COMPARATIVES		
Força 200 kg	Desviació [%] Apartat 3.1	Desviació [%] Apartat 3.2
	8,22	1,98

Identificar les variables que influeixen en aquestes desviacions.

3.1: Golpes 1-2: $60,06 - 27,28 = 32,78$
 Golpes 3-4: $59,62 - 27,28 = 32,34$
 Golpes 5-6: $60,27 - 28,82 = 31,46$

$$\text{Desviació (\%)} = \frac{16,09 - 17,43}{16,09} \cdot 100 = +8,22\%$$

$$3.2: \text{Mitjana} = \frac{\rho_{\text{golpe 1,2}} + \rho_{\text{golpe 3,4}} + \rho_{\text{golpe 5,6}}}{3} = \frac{16,48 + 17,71 + 17,16}{3} = 17,783\%$$

$$\text{Desviació (\%)} = \frac{17,783 - 17,43}{17,783} \cdot 100 = 1,98\%$$

Com poden comprovar, la precisió al connectar dues golfes oposades en mig pont és molt gran.

DATA	Nº LLOC TREBALL	Nº PROVETA	NOM I COGNOMS DE L'ALUMNE
4-4-14	2	22	
4-4-14	2	22	

LABORATORI DE RESISTÈNCIA DE MATERIALS

- PRÀCTICA 2 -

DETERMINACIÓ DE LES TENSIONS PRINCIPALS EN UNA PEÇA SOTMESA A TRACCIÓ UTILITZANT ROSSETES DE TRES DIRECCIONS

Índex:

1. Objectiu de la pràctica
2. Mètode analític. Càlculs.
 - 2.1.- Càlculs del Mètode Analític.
 - 2.2.- Representacions dels Cercles de Mohr de tensions i deformacions.
3. Mètode experimental. Realització de la pràctica
 - 3.1.- Registre de mesures.
 - 3.2.- Determinació del cercle de Mohr de deformacions.
 - 3.3.- Representació de l'estat pla de deformacions.
 - 3.4.- Càlcul de les Tensions Principals.
 - 3.5.- Representació de l'estat pla de tensions.
4. Anàlisi de resultats

1.- OBJECTIU DE LA PRÀCTICA

Determinar les Direccions Principals de tensió i el valor de les Deformacions i de les Tensions Principals en un punt d'una peça sotmesa a tracció, mesurant deformacions amb una rosseta de 3 direccions orientada aleatòriament.

Aquest mètode s'utilitza quan es desconeixen les Direccions Principals de tensió/deformació en un punt d'una peça o estructura sotmesa a una sol·licitació.

2.- MÈTODE ANALÍTIC

2.1.- Càlculs del Mètode Analític.

La peça sotmesa a tracció és una platina de **20mm** d'ample i **1mm** de gruix aprox. (mesurar amb peu de rei). La força de tracció és de **100kg**. Amb aquestes dades es calcula la tensió normal i amb el mòdul d'elasticitat del material **$E=2.1 \times 10^5 \text{ MPa}$** i el Coeficient de Poisson **$\nu=0,29$** , es determina l'estat pla de deformacions. Calcular les tensions i deformacions i omplir la taula.

Càlculs: Si $g = 9,81 \text{ m/s}^2$; $F = 100 \text{ kg} \cdot 9,81 = 981 \text{ N}$

Ample = $19,8 \text{ mm}$
gruix = 1 mm } Secció = $19,8 \text{ mm} \times 1 \text{ mm} = 19,8 \text{ mm}^2$

$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{981}{19,8} = 49,54545455 \text{ MPa}$

DADES ANALÍTQUES					
Força [N]	Secció A [mm ²]	Tensions principals $\sigma = F/A$ [MPa]		Deformacions principals $\epsilon_1 = \sigma/E$ [ε] $\epsilon_2 = -\nu\epsilon_1$	
		σ_1	σ_2	ϵ_1 [με]	ϵ_2 [με]
981	19,8	49,545	0	235,931	-68,42

$\epsilon_1 = \frac{49,545 \text{ MPa}}{211.10^5 \text{ MPa}} = 2,359 \cdot 10^{-4}$; $\epsilon_2 = -0,29 \cdot 2,359 \cdot 10^{-4} =$

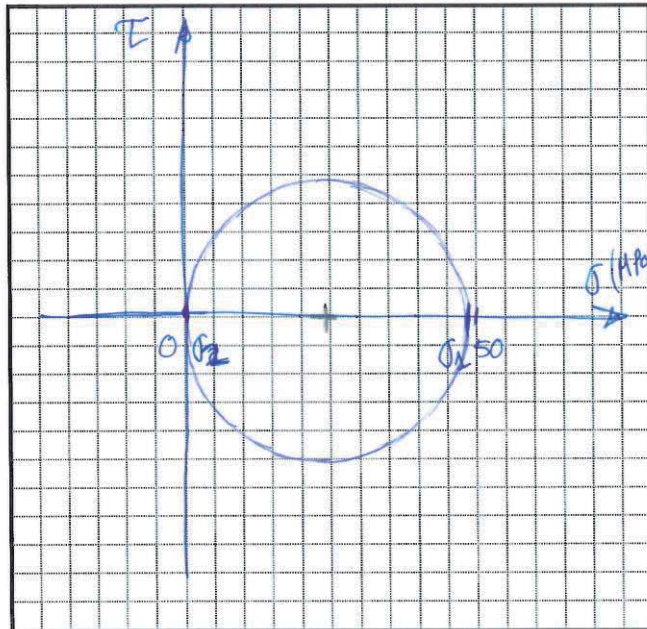
$= -6,842 \cdot 10^{-5} = -68,42 \cdot 10^{-6}$
 $= -68,42 \mu\epsilon$

$[\epsilon_1 = 235,931 \mu\epsilon]$

2.2.- Representacions dels Cercles de Mohr de tensions i deformacions.

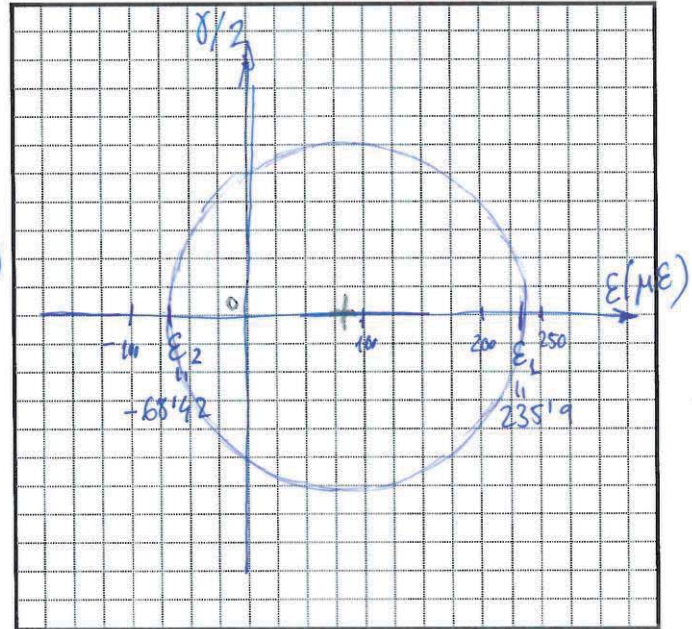
Representar el **Cercle de Mohr de Tensions i de Deformacions** indicant l'escala (el valor que pren cada quadre del dibuix), així com els valors següents: σ_1 , σ_2 , $\epsilon_1 = \epsilon_{max}$ i $\epsilon_2 = \epsilon_{min}$.

CERCLE DE MOHR DE TENSIONS



1 quadre = 5 MPa

CERCLE DE MOHR DE DEFORMACIONS



1 quadre = 25 $\mu\epsilon$

3.- REALITZACIÓ DE LA PRÀCTICA

Per a realitzar la pràctica s'utilitzen **provets TIPUS "R"**. Les provetes es muntaran en els suports d'alumini en forma de L i es carregaran en el banc d'assaigs.



Num. de proveta

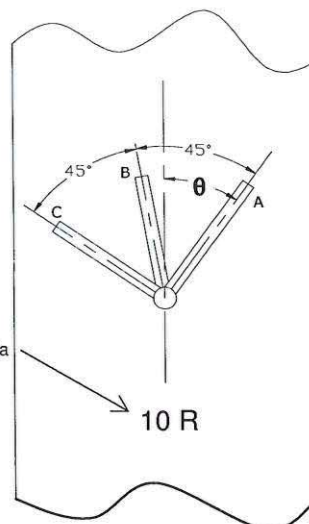


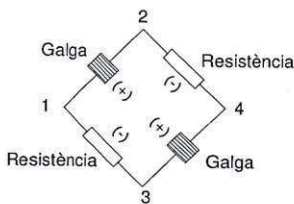
Figura 2. Esquema de la proveta amb la roseta col·locada. Mirant la cara numerada la galga n° A està situada a la dreta de l'eix, la n° B al mig entre la A i la C, i la n° C està situada a l'esquerra.

Figura 1. Imatge de la proveta tipus R número 10.

Per a conèixer les direccions principals es cercarà l'angle θ que és la desviació entre la galga A i la direcció principal. El cercle de Mohr serà l'eina que s'utilitzarà per a cercar l'angle i els valors de les deformacions principals.

3.1.- Registre de mesures.

Sotmetre la peça a una **força de tracció de 100 kg** (aplicar 10 kg en el banc d'assaig amb factor multiplicador de 10) i anotar la deformació en cadascuna de les direccions A, B, C. La connexió serà en mig pont entre la galga de la cara numerada i la seva simètrica. Això s'ha de tenir en compte alhora de considerar el valor final de deformació.



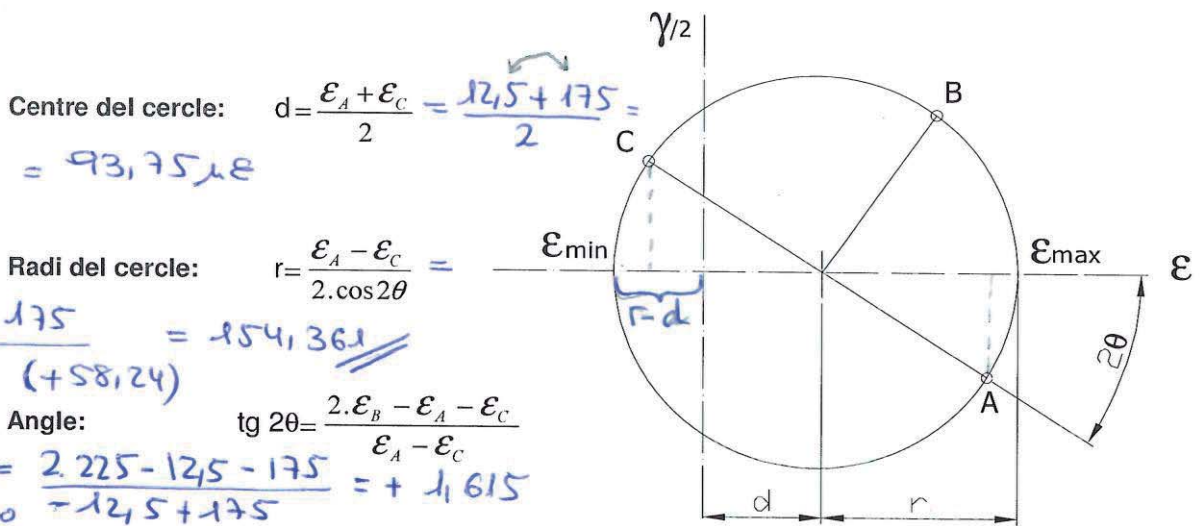
DADES EXPERIMENTALS						
Càrrega 100 Kg	Lectures [$\mu\epsilon$]					Mitjana, ϵ_C
Galga C	25	25	25	25	25	$25/2 = 12,5$

DADES EXPERIMENTALS						
Càrrega 100 Kg	Lectures [$\mu\epsilon$]					Mitjana, ϵ_B
Galga B	440	450	450	450	455	$450/2 = 225$

DADES EXPERIMENTALS						
Càrrega 100 Kg	Lectures [$\mu\epsilon$]					Mitjana, ϵ_A
Galga A	340	350	350	355	350	$350/2 = 175$

3.2.- Determinació del cercle de Mohr de deformacions.

Utilitzant un càlcul numèric obtingut de la figura del cercle de Mohr es determinen dos dels seus valors típics i l'angle.



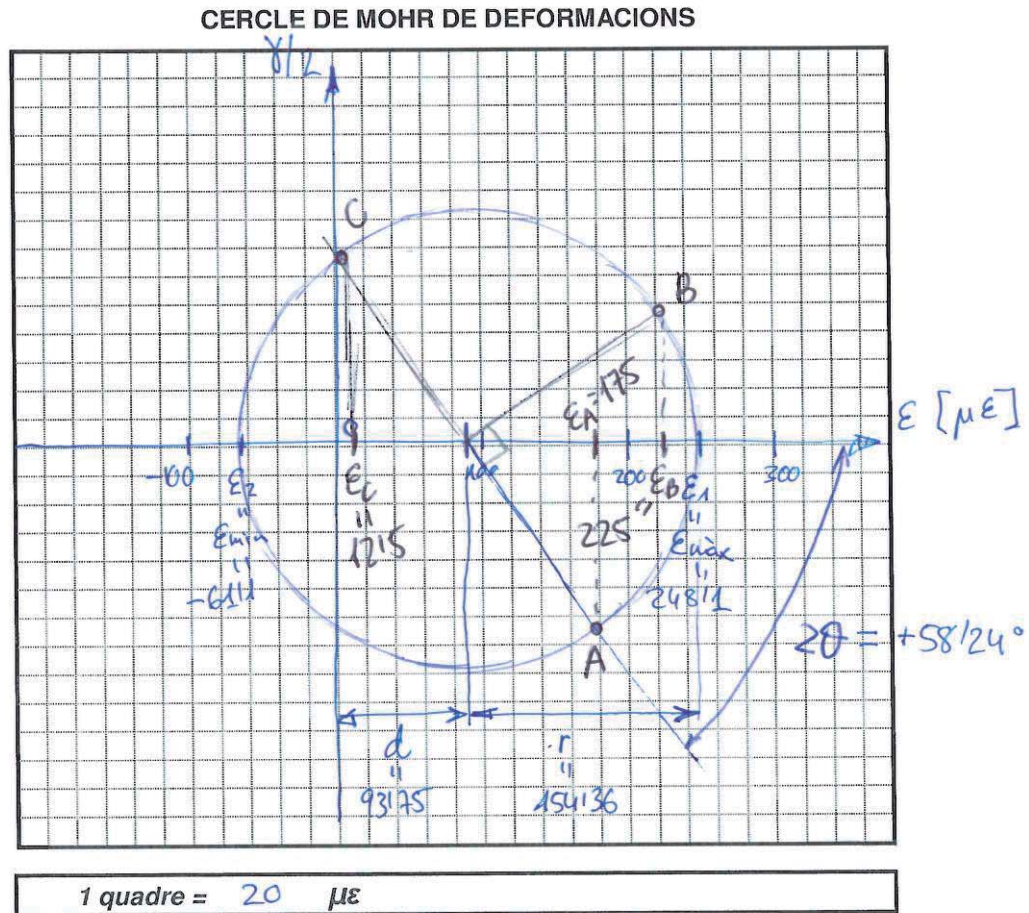
Fer els càlculs amb les dades experimentals per trobar l'angle i les deformacions principals.

CÀLCULS AMB DADES EXPERIMENTALS						
d [$\mu\epsilon$]	tg 2 θ	2 θ	θ	r [$\mu\epsilon$]	$\epsilon_{\max}$ [$\mu\epsilon$]	$\epsilon_{\min}$ [$\mu\epsilon$]
93,75	+1,615	+58,24°	+29,12°	154,361	248,111	-61,111

$$\begin{aligned} \epsilon_{\max} &= r + d = 154,361 \mu\epsilon + 93,75 \mu\epsilon = 248,111 \mu\epsilon \\ \epsilon_{\min} &= r - d = -61,111 \mu\epsilon \end{aligned}$$

3.3.- Representació de l'estat pla de deformacions.

Representar el **cercle de Mohr de Deformacions** indicant l'escala (el valor que pren cada quadre del dibuix), i els valors següents: d , r , 2θ , $\epsilon_{\max} = \epsilon_1$ i $\epsilon_{\min} = \epsilon_2$. Marcar les posicions de les tres galgues A, B i C, i els seus valors de deformació que s'han registrat.



3.4.- Càlcul de les Tensions Principals.

Per al càlcul serà necessari conèixer el **Mòdul Elàstic** $E=2.1 \times 10^5$ MPa, **Coefficient de Poisson** $\nu=0.29$ i ϵ_1 i ϵ_2 i les fórmules següents que relacionen tensions i deformacions:

$$\sigma_{\max} = \sigma_1 = \frac{E}{1-\nu^2} [\epsilon_1 + \nu \epsilon_2] \quad \sigma_{\min} = \sigma_2 = - \frac{E}{1-\nu^2} [\epsilon_2 + \nu \epsilon_1]$$

Fer els càlculs amb les dades experimentals per trobar les tensions principals

CÀLCULS AMB DADES EXPERIMENTALS	
σ_1 [MPa]	σ_2 [MPa]
52,824	- 2,486

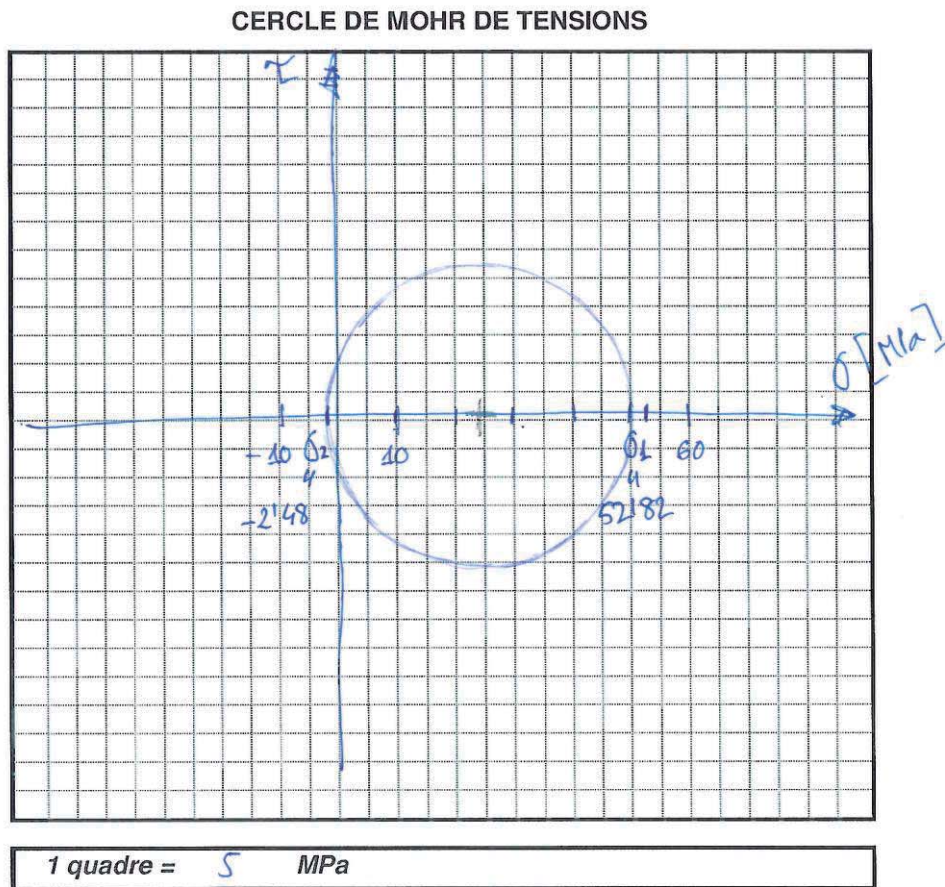
$\epsilon_2 (-)$

$$\sigma_{\max} = \frac{2.1 \cdot 10^5 \text{ MPa}}{1 - 0.29^2} [248.111 - 0.29 \cdot 61.111] = 52,824 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\min} = - \frac{2.1 \cdot 10^5 \text{ MPa}}{1 - 0.29^2} [-61.111 + 0.29 \cdot 248.111] = -2,486 \text{ MPa}$$

3.5.- Representació de l'estat pla de tensions.

Representar el **cercle de Mohr de tensions** indicant l'escala (el valor que pren cada quadre del dibuix), i els valors de tensions: σ_1 i σ_2 .



4.- ANÀLISI DE RESULTATS

Determinació de les diferències que apareixen entre els resultats obtinguts pel mètode analític i el mètode experimental. Per al càlcul de la desviació s'utilitza la fórmula següent:

$$\text{Desviació \%} = 100 \times \frac{\sigma_{\text{experimental}} - \sigma_{\text{analítica}}}{\sigma_{\text{experimental}}}$$

DADES COMPARATIVES				
	σ_1 [MPa]	σ_2 [MPa]	ϵ_1 [µε]	ϵ_2 [µε]
Mètode analític	49,545	0	235,931	-68,42
Mètode experimental	52,824	-2,486	248,111	-61,111
Desviació [%]	6,21	—	4,91	-11,96

Apunta les variables que intervenen en cada mètode. Indica quines d'aquestes són les que més afecten a la desviació dels resultats i per què i quines són les menys controlables.

Variables del Mètode Analític. Quines són les menys controlables?

Són la secció, el mòdul de Young i el coeficient de Poisson.

La menys controlable és el mòdul de Young, ja que depenent del fabricant pot variar.

La secció és possible que canviï una mica degut a la deformació de la proveta.

Variables del Mètode experimental. Quines són les menys controlables?

Són les galgues, el cablejat i aparells.

Depèn de la calibració dels aparells i les interferències del cablejat, és possible que variïn lleugerament els resultats.

Les galgues són les menys controlables.

A l'hora de calcular les tensions, s'han utilitzat les variables ν i E , que són poc controlables, donades pel fabricant.

Variables que més afecten a les desviacions.

El coeficient de Poisson i el mòdul de Young.

Les desviacions depenen de la tensió σ , i aquesta ve donada per les deformacions calculades i ν i E .

DATA	Nº LLOC TREBALL	Nº PROVETA	NOM I COGNOMS DE L'ALUMNE
06/05/2014	10	10R	

8

LABORATORI DE RESISTÈNCIA DE MATERIALS

- PRÀCTICA 3 -

PECES SOTMESES A FLEXIÓ COMPOSTA. MEDICIÓ EXPERIMENTAL DE DEFORMACIONS DEGRUES A SOL·LICITACIÓ EN FLEXIÓ I ESFORÇ NORMAL SIMULTÀNIS.

Índex:

1. Objectiu de la pràctica
2. Mètode analític. Càlculs.
 - 2.1.- Càlcul de tensions.
 - 2.2.- Composició dels diagrames analítics de tensió
3. Mètode experimental. Realització de la pràctica
 - 3.1.- Aplicació i mesura de una força a tracció pura
 - 3.2.- Aplicació d'una força amb una excentricitat $d=50\text{mm}$
 - 3.3.- Composició dels diagrames experimentals de tensió
4. Anàlisi de resultats

Biga secció rectangular

$$I_x = \frac{e \cdot b^3}{12}$$

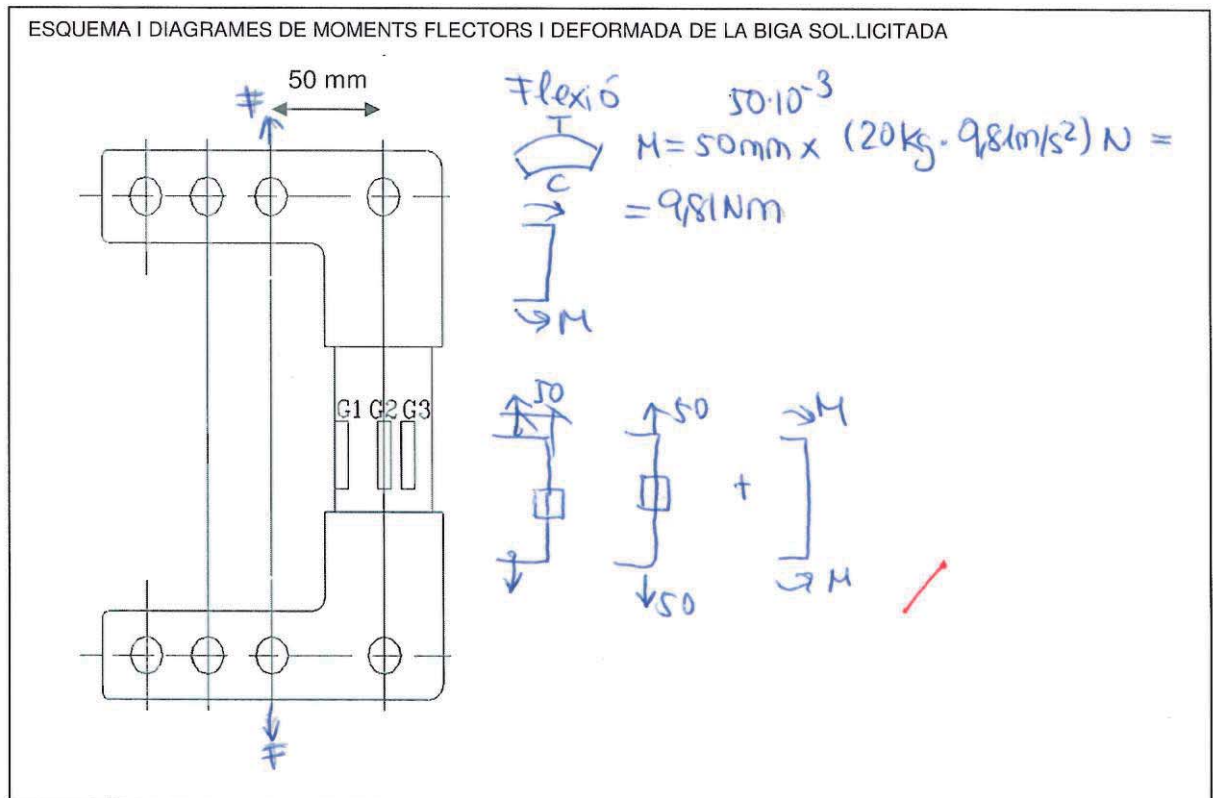
1.- OBJECTIU DE LA PRÀCTICA

Comparar les mesures obtingudes experimentalment, utilitzant l'extensometria elèctrica, amb els resultats del càlcul analític de tensions en un element prismàtic sotmès a una sol·licitació en flexió composta.

2.- MÈTODE ANALÍTIC

La pràctica es realitzarà amb una platina de secció rectangular de **20mm** d'ample per **3mm** de gruix. S'aplicarà una força de 20 kg en flexió composta aplicant aquesta força a tracció amb una excentricitat de 50mm amb les escaires de muntatge. El mòdul d'elasticitat del acer inoxidable es $E=2,2 \cdot 10^5 \text{ MPa}$.

ESQUEMA I DIAGRAMES DE MOMENTS FLECTORS I DEFORMADA DE LA BIGA SOL·LICITADA



Les galgues estan col·locades en la mateixa secció transversal de la biga i mesuren la deformació de la fibra longitudinal en la que estan encolades. Com la biga està sotmesa a un esforç de tracció i a una flexió, cada galga mesurarà la deformació corresponent a les dos sol·licitacions. Coneixent la llei de Navier, i l'expressió per el càlcul de la tensió de tracció, calcular la tensió i la deformació que té lloc a cada fibra on estan les galgues. Determinar amb el "peu de rei" la seva posició.

2.1.- Càlcul de tensions

La tensió normal en cada una de les fibres on estan col·locades les tres galgues serà la suma de la tensió que es produeix per l'esforç normal i la que es produeix per la flexió a l'aplicar la força descentrada.

$$\sigma = \sigma_t + \sigma_f = \frac{F}{A} + \frac{M}{I} \cdot y$$

$$A = 20 \times 2,95 = 59 \text{ mm}^2 = 5,9 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$F = 20 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 196,2$$

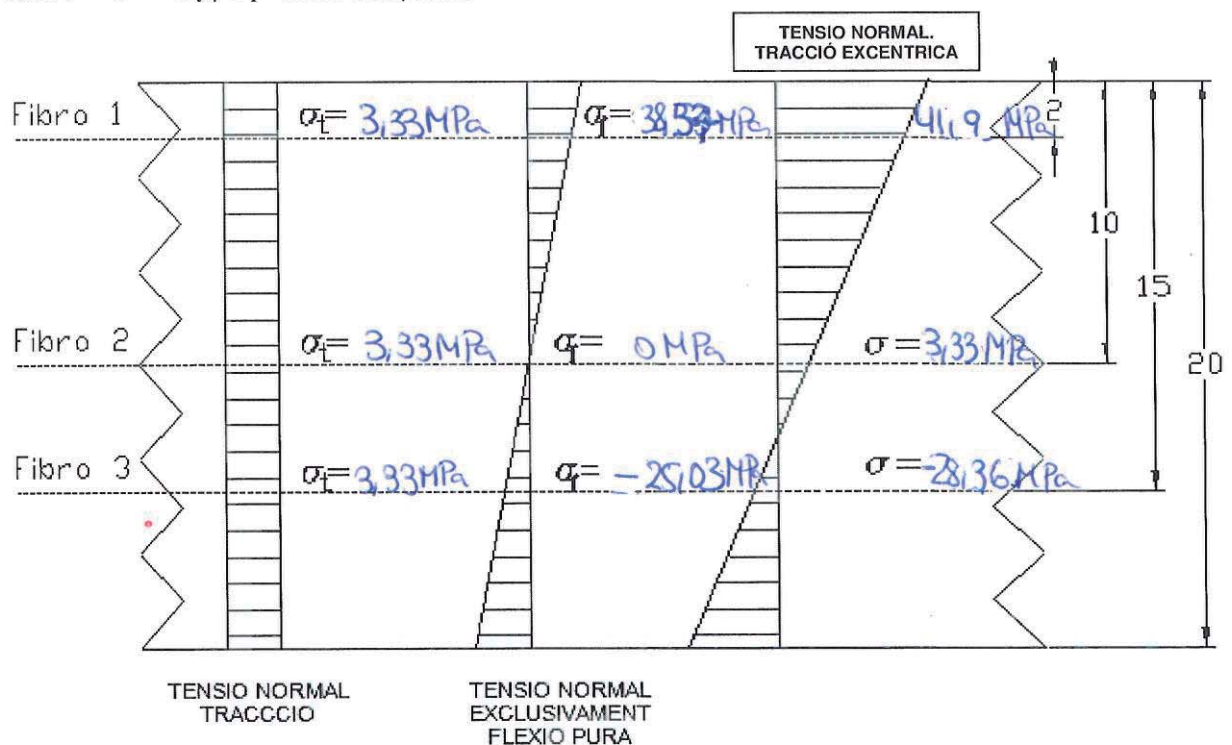
Omplir la següent taula calculant els valors de les tensions normals a les fibres on son les galgues. S'ha de calcular el moment flector considerant l'excentricitat de 50 mm i la força de 20kg. Finalment fer la suma de les dos tensions per obtenir la tensió normal per flexió composta

TAULA DEL CàLCUL ANALÍTIC				
Càrrega: F = 20 Kg Excentricitat: 50 mm	Tensions normals	G1	G2	G3
	Tracció $\sigma_t = \frac{F}{A}$	3,33 MPa	3,33 MPa	3,33 MPa
	Flexió pura $\sigma_f = \frac{M}{I} \cdot y$	38,57 MPa	0	-25,03 MPa
	Flexió composta $\sigma = \sigma_t + \sigma_f$	41,9 MPa	3,33 MPa	-21,36 MPa

La posició de les galgues es aproxima i s'ha de determinar mesurant-la amb el "peu de rei"

2.2.- Composició dels diagrames analítics de tensió

El següent esquema mostra tres diagrames: tracció, flexió i flexió composta (que és la suma de les dos anteriors). Omplir cada diagrama amb els valors de tensió normal calculats anteriorment: σ_t - tracció, σ_f - flexió i $\sigma = \sigma_t + \sigma_f$ - flexió composta.



$$E = 22 \cdot 10^5 \text{ MPa}$$

3.- MÈTODE EXPERIMENTAL

3.1.- Aplicació i mesura d'una força a tracció pura

S'aplicarà una força de 20 kg sense excentricitat donant lloc a una tensió de tracció. Mesurar la deformació amb la galga central G_2 , connectant-la juntament amb la del seu darrera en $\frac{1}{2}$ pont i en branques oposades. Seguidament calcular la tensió normal mitjançant la Llei de Hook.

DADES DE LA PROVA DE TRACCIÓ					CÀLCUL
Càrrega: $F = 20 \text{ kg}$	Lectures $[\epsilon\mu]^*$			Promig	$\sigma_t = E \cdot \epsilon \text{ [MPa]}$
	30	30	35	31'67	$6,97 \text{ MPa} / 2 = 3,485 \text{ MPa}$

* Cada operació de càrrega i descàrrega exigeix posar a zero la unitat de lectura.

PERQUÉ ES NECESSARI CONNECTAR LES GALGUES EN $\frac{1}{2}$ PONT EN BRANQUES OPOSADES?

Per compensar la deformació de la proveta.

3.2.- Aplicació d'una força amb una excentricitat de $d=50\text{mm}$

S'aplicarà una força de 20 kg amb una excentricitat de 50 mm, donant lloc a una flexió composta. Mesurar la deformació en cada una de les tres galgues (connectant-les amb la seva simètrica en mig pont). Seguidament es calcula la tensió normal mitjançant la Llei de Hook.

DADES DE LA PROVA DE FLEXIÓ COMPOSTA						CÀLCUL
Càrrega $F = 20\text{Kg}$ Excentricitat 50mm	Galgues	Lectures $[\epsilon\mu]^*$			Promig	$\sigma = E \cdot \epsilon$ [MPa]
	G1	375	370	370	371,67	81,77 MPa / 2 = 40,885
	G2	25	30	30	28,33	6,23 MPa / 2 = 3,115
	G3	-255	-255	-255	-255	-56,1 MPa / 2 = -28,05

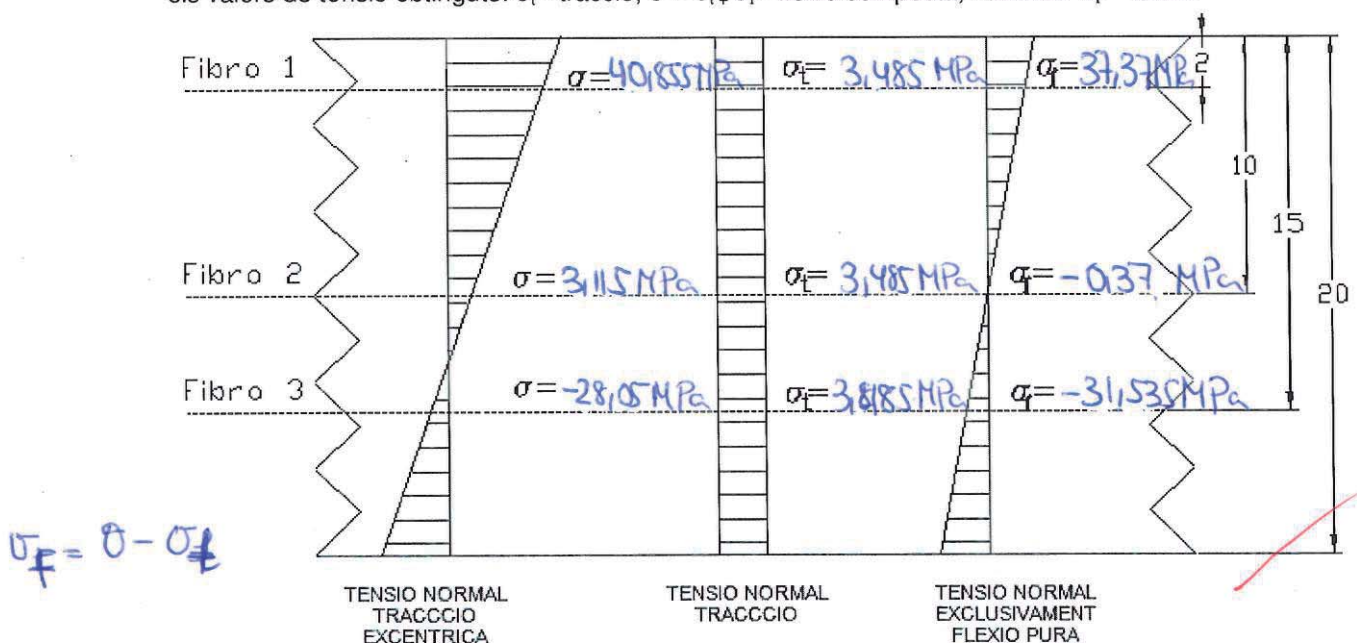
* Cada operació de càrrega i descàrrega exigeix posar a zero la unitat de lectura.

3.3.- Composició dels diagrames experimentals de tensió

En el primer experiment es sotmet la proveta a tracció pura i en el segon a flexió composta deguda a una força de tracció (20 kg) amb excentricitat ($d = 50 \text{ mm}$). Per tant, restant els dos resultats, tensió de flexió composta menys tensió de tracció, obtenim els valors corresponents a flexió pura:

$$\sigma - \sigma_t = \sigma_f$$

El següent esquema mostra els tres diagrames: tracció, flexió i flexió composta. Omplir en el diagrama els valors de tensió obtinguts: σ_t - tracció, $\sigma = \sigma_t + \sigma_f$ - flexió composta, i calcular σ_f - flexió.



4.- ANÀLISI COMPARATIU DE RESULTATS

Omplir la següent taula amb els valors de les tensions obtingudes experimental i analíticament, prenent el valor màxim de cada diagrama (**fibra 1**) i calcular la desviació corresponent de les dues metodologies.

CÀLCUL DE LES DESVIACIONS			
Tensions normals	$\sigma_{\text{experimental}}$	$\sigma_{\text{analítica}}$	Desviació [%] = $(\sigma_{\text{exp.}} - \sigma_{\text{anal.}}) / \sigma_{\text{exp.}}$
σ_t màxima	3,485	3,33	4,4476 %
σ_f màxima	37,37	38,57	3,2 %
σ màxima	40,855	41,9	2,56 %

A QUE SÓN DEGUDES LES DESVIACIONS DE CADA MÈTODE UTILITZAT ?

Anàlisi

Les desviacions s'han causat perquè les galgues no es troben ben alineades, la distància entre elles era diferent davant i darrere la proveta.

Això també determinarà l'error a les mesures experimentals.

Un altre causant de les desviacions és el Mòdul de Young donat pel fabricant, i influeix el mètode tan analític com experimental.

També en el mètode analític únicament, la mesura de la proveta amb el peu de rei té conseqüències sobre els resultats.

DATA	Nº LLOC TREBALL	Nº PROVETA	NOM I COGNOMS DEL ALUMNE
20/05/2014	10	L10	

LABORATORI DE RESISTÈNCIA DE MATERIALS

- PRÀCTICA 4 -

DETERMINACIÓ DE LA POSICIÓ DE L'EIX NEUTRE EN PECES SOTMESES A FLEXIÓ COMPOSTA

Índex:

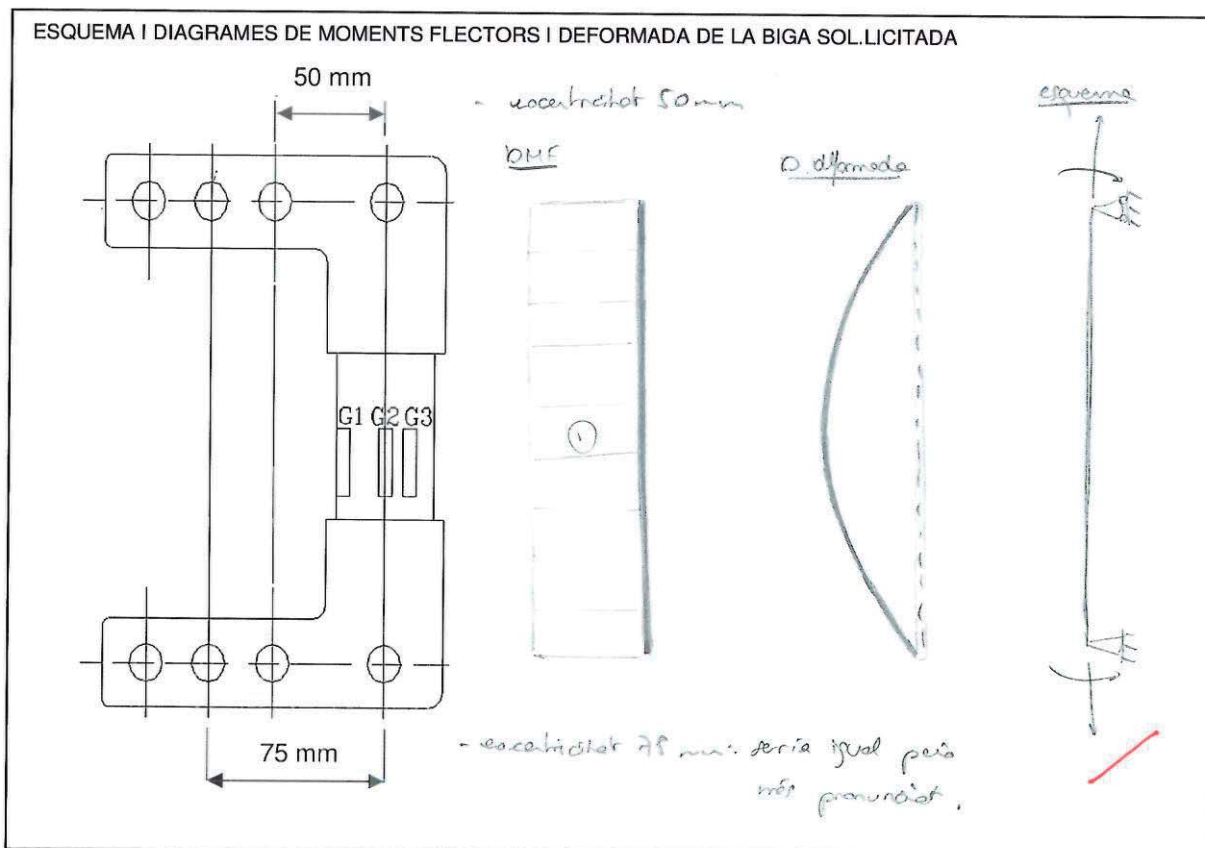
- 1. Objectiu de la pràctica**
- 2. Mètode analític. Càlculs.**
 - 2.1.- Càlcul de tensions.
 - 2.2.- Representació gràfica
- 3. Mètode experimental. Realització de la pràctica**
 - 3.1.- Aplicació d'una força amb 50mm d'excentricitat
 - 3.2.- Aplicació d'una força amb 75mm d'excentricitat
 - 3.3.- Representació gràfica dels resultats experimentals
- 4. Anàlisi de resultats**

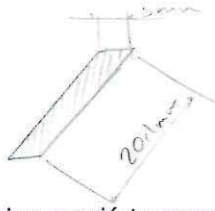
1.- OBJECTIU DE LA PRÀCTICA

Determinar la posició de l'eix neutre (EN) en diferents casos de flexió composta.

2.- MÈTODE ANALÍTIC

La pràctica es realitzarà amb una platina de secció rectangular (**proveta tipus L**) de **20mm** d'ample per **3mm** de gruix. S'aplicarà un pes de **2 kg** en el extrem del braç de palanca en flexió composta aplicant aquesta força a tracció amb una excentricitat de **50mm** en el primer cas, i **75mm** en el segon, utilitzant les escaires de muntatge. El **Mòdul d'elasticitat** del acer inoxidable es **$E=2.2 \cdot 10^5$ MPa**.





2.1.- Càlcul de tensions

Les galgues estan col·locades en la mateixa secció transversal de la biga i mesuren la deformació de la fibra longitudinal en la que estan encolades. Com la biga està sotmesa a un esforç de tracció i a una flexió, cada galga mesurarà la deformació corresponent a les dues sol·licitacions. Calcular per separat la tensió que correspon a cada sol·licitació i amb aquestes dades, considerant que actuen simultàniament, determinar la distància entre el EIX NEUTRE i el EIX GEOMETRIC de la proveta

Tensió deguda al esforç normal

$$F = (2 \cdot 10) \text{ kg} \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 = 196.2 \text{ N} // \quad A = 3 \cdot 20 \cdot 1 = 60.3 \text{ mm}^2 //$$

$$\sigma_t = \frac{F}{A} = 3.25 \text{ MPa.}$$

Tensió deguda a la flexió **CAS 1**

$$M_1 = 196.2 \text{ N} \cdot 0.05 \text{ m} = 9.81 \text{ Nm} // \quad I = \frac{bh^3}{12} = \frac{3 \cdot 20 \cdot 1^3}{12} = 2030.15 \text{ mm}^4 //$$

$$\sigma_f = \frac{M}{I} \cdot y = 48.32 \text{ MPa.}$$

Tensió deguda a la flexió **CAS 2**

$$M_2 = 196.2 \text{ N} \cdot 0.075 \text{ m} = 14.715 \text{ Nm} // \quad I = \frac{bh^3}{12} = 2030.15 \text{ mm}^4 //$$

$$\sigma_f = \frac{M}{I} \cdot y = 72.59 \text{ MPa}$$

Tensió
$$\sigma = \frac{F}{A} - \frac{Mz}{Iz} \cdot y$$

Equació de l'eix neutre
$$0 = \frac{F}{A} - \frac{Mz}{Iz} \cdot y \quad y = \frac{F \cdot Iz}{A \cdot Mz} = \frac{F \cdot Iz}{A \cdot F \cdot e} = \frac{Iz}{A \cdot e}$$

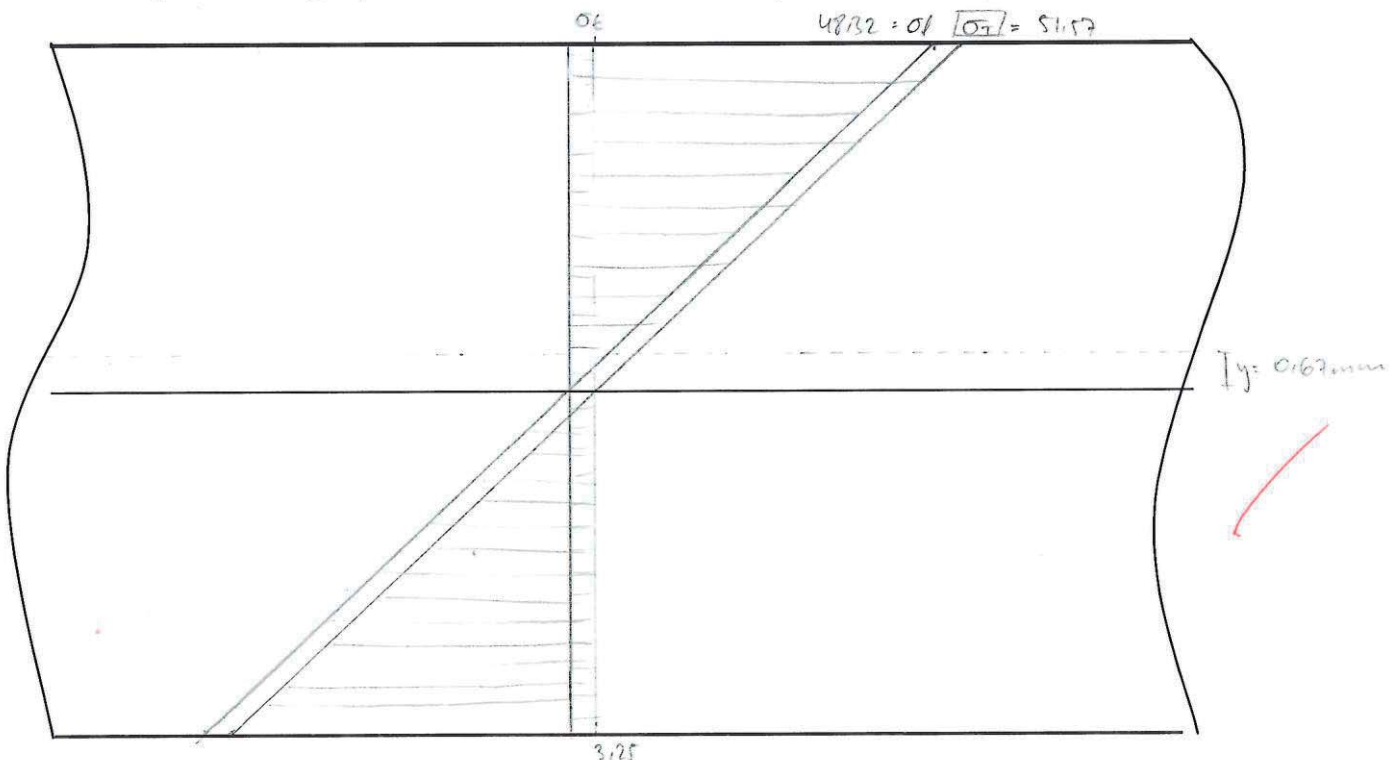
Calcular la posició de l'eix neutre en els dos casos anteriors

$$\delta_{cas1} = 0.67 \text{ mm}$$

$$\delta_{cas2} = 0.45 \text{ mm}$$

2.2.- Representació gràfica

En el esquema de la figura, col·locar els valors anteriors corresponents al cas 1. (Escala 1MPa=1mm)



3.- MÈTODE EXPERIMENTAL

S'utilitzarà la proveta tipus L que es una platina d'acer de 3 mm de gruix per 20 mm d'amplada i mòdul d'elasticitat $E = 2,2 \cdot 10^5$ MPa en la que s'han col·locat 6 galgues longitudinals 3 a cada banda. Es muntarà en les escaires de suport i s'aplicarà una flexió composta carregant 2 kg en l'extrem del braç de palanca del banc de càrregues en dos casos d'excentricitat, el primer $e = 50$ mm i el segon $e = 75$ mm.

Les galgues es connectaran de dos en dos en mig pont en branques oposades. La galga 1 amb la que està justament al seu darrera i la 2 i la 3 també. D'aquesta manera llegirem el doble de la deformació en la fibra en la estan les dos galgues

En cada cas es determinarà la posició del E.N mesurant les deformacions en les fibres on estan les galgues i aplicant el càlcul matemàtic de forma raonada

3.1.- Aplicació d'una força amb 50mm d'excentricitat

FORÇA TRACCIÓ 20 kg	LECTURA 1	LECTURA 2	LECTURA 3	MITJANA m_2	$\varepsilon = \frac{m_2}{2} \cdot 10^{-6}$	TENSIÓ NORMAL $\sigma = E \cdot \varepsilon$
G1	405	410	405	406,67	$2,03 \cdot 10^{-4}$	44,66 MPa.
G2	25	25	25	25	$1,25 \cdot 10^{-5}$	2,75 MPa.
G3	-265	-270	-260	-265	$-1,325 \cdot 10^{-4}$	-29,15 MPa.

3.2.- Aplicació d'una força amb 75mm d'excentricitat

FORÇA TRACCIÓ 20 kg	LECTURA 1	LECTURA 2	LECTURA 3	MITJANA m_2	$\varepsilon = \frac{m_2}{2} \cdot 10^{-6}$	TENSIÓ NORMAL $\sigma = E \cdot \varepsilon$
G1	595	600	600	598,33	$2,99 \cdot 10^{-4}$	65,82 MPa.
G2	25	25	25	25	$1,25 \cdot 10^{-5}$	2,75 MPa.
G3	-420	-415	-410	-415	$-2,075 \cdot 10^{-4}$	-45,65 MPa.

3.3.- Representació gràfica dels resultats experimentals

La tensió normal en cada una de les fibres on estan col·locades les tres galgues serà la suma de la tensió que es produeix per l'esforç normal i la que es produeix per la flexió a l'aplicar la força descentrada. Calcula per trigonometria en els dos casos la posició de l'eix neutre respecte de l'eix geomètric de la peça

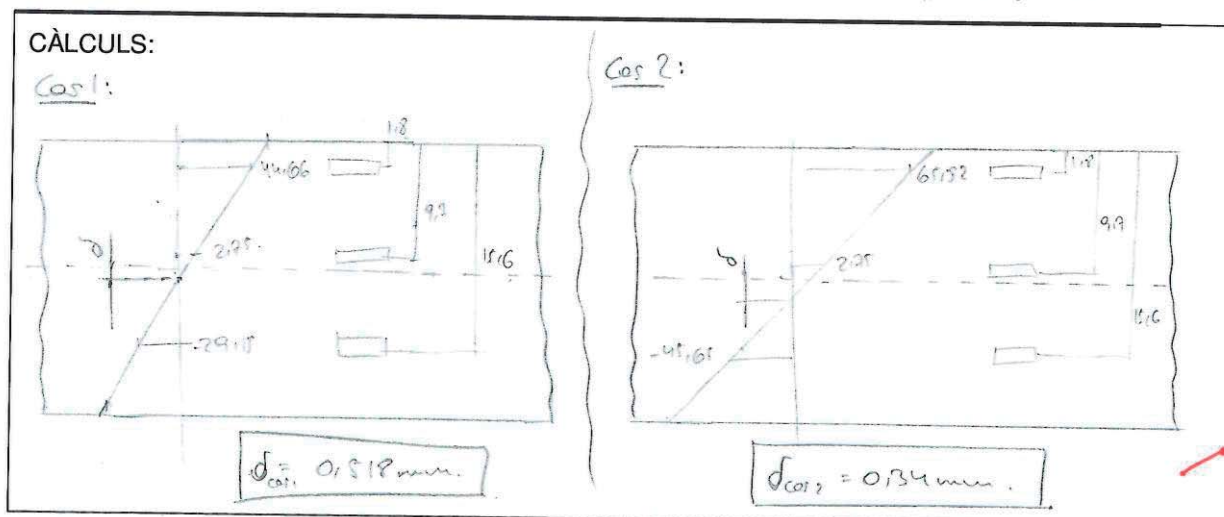
$$\frac{44,66}{2,75} = \frac{2,95}{x}$$

$$x = 0,518 \text{ mm}$$

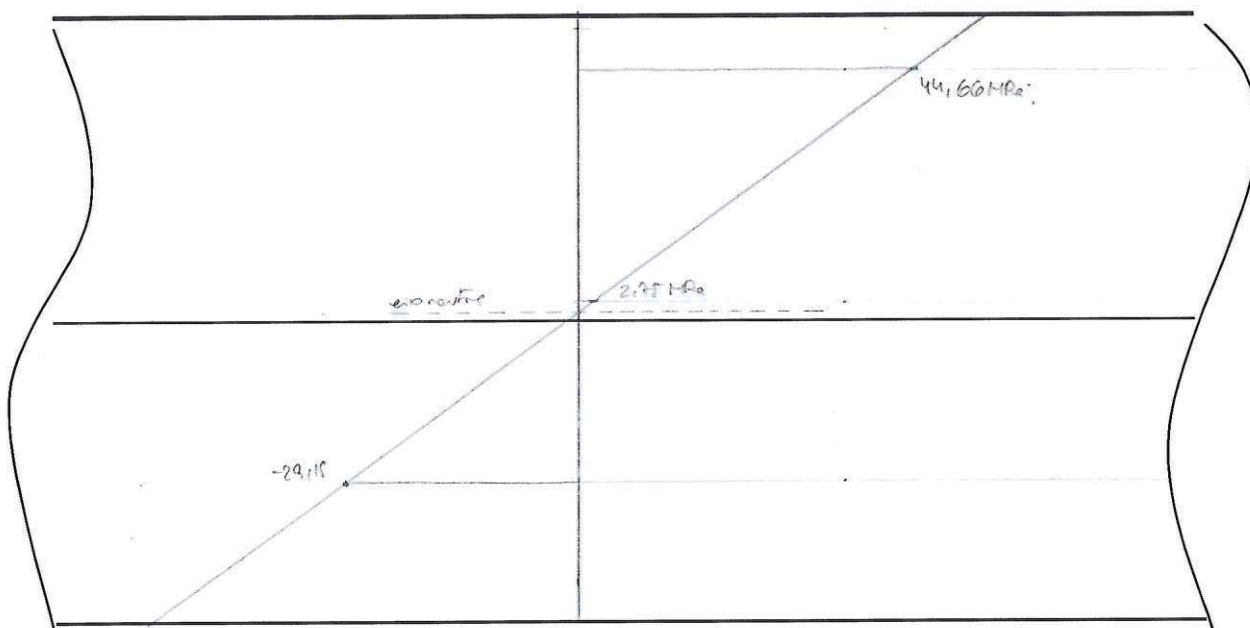
$$\sigma = \sigma_t + \sigma_f = \frac{F}{A} + \frac{M}{I} \cdot y$$

$$\frac{65,82}{2,75} = \frac{2,75}{x}$$

$$x = 0,34 \text{ mm}$$



Dibuixa els esquemes de les tensions trobades i la posició de l'eix neutre no mes per el cas 1 (escala 1MPa=1mm)



Distancia entre l'eix neutre i l'eix geomètric de la peça

$\delta_{cas1} = 0,518 \text{ mm}$	$\delta_{cas2} = 0,34 \text{ mm}$
------------------------------------	-----------------------------------

4.- ANÀLISI COMPARATIU DE RESULTATS

Calcula la desviació dels resultats obtinguts entre els dos mètodes i explica les causes més probables

$$\text{Desviació (\%)} = \frac{\sigma_{exp} - \sigma_{aul.}}{\sigma_{exp}}$$

cas 1: ~~29,34%~~

cas 2: ~~32,35%~~

• Causes de les desviacions:

- + Distorsió de les galgues. pressió amb peu de ratolí
- + Model elàstic del material (oblitarem el senaral i no el parabòlic)

DATA	Nº LLOC TREBALL	Nº PROVETA	NOM I COGNOMS DEL ALUMNE
30-5-14	2	2	

6.5

LABORATORI DE RESISTÈNCIA DE MATERIALS

- PRÀCTICA 4 -

DETERMINACIÓ DE LA POSICIÓ DE L'EIX NEUTRE EN PECES SOTMESES A FLEXIÓ COMPOSTA

Índex:

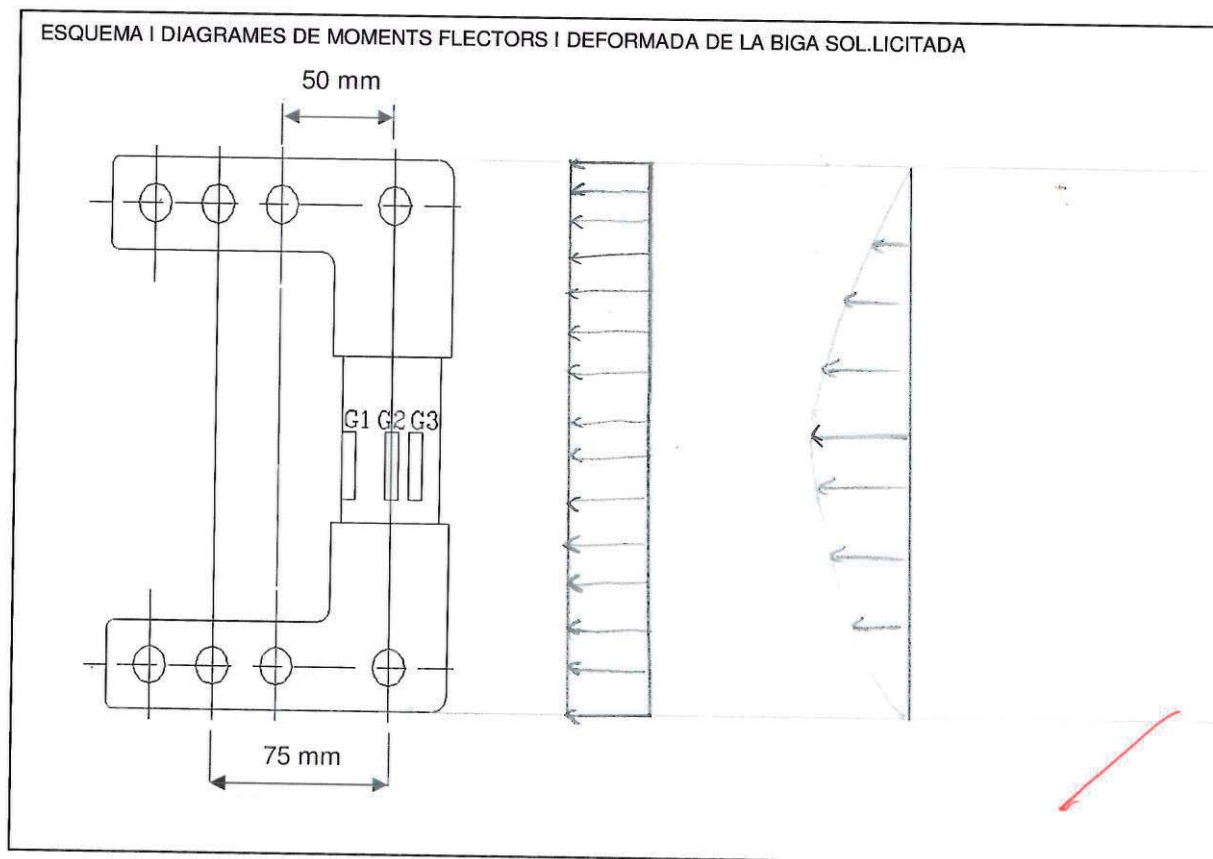
1. Objectiu de la pràctica
2. Mètode analític. Càlculs.
 - 2.1.- Càlcul de tensions.
 - 2.2.- Representació gràfica
3. Mètode experimental. Realització de la pràctica
 - 3.1.- Aplicació d'una força amb 50mm d'excentricitat
 - 3.2.- Aplicació d'una força amb 75mm d'excentricitat
 - 3.3.- Representació gràfica dels resultats experimentals
4. Anàlisi de resultats

1.- OBJECTIU DE LA PRÀCTICA

Determinar la posició de l'eix neutre (EN) en diferents casos de flexió composta.

2.- MÈTODE ANALÍTIC

La pràctica es realitzarà amb una platina de secció rectangular (**proveta tipus L**) de 20mm d'ample per 3mm de gruix. S'aplicarà un pes de 2 kg en el extrem del braç de palanca en flexió composta aplicant aquesta força a tracció amb una excentricitat de 50mm en el primer cas, i 75mm en el segon, utilitzant les escaires de muntatge. El mòdul d'elasticitat del acer inoxidable es $E=2,2 \cdot 10^5$ MPa.



2.1.- Càlcul de tensions

Les galgues estan col·locades en la mateixa secció transversal de la biga i mesuren la deformació de la fibra longitudinal en la que estan encolades. Com la biga està sotmesa a un esforç de tracció i a una flexió, cada galga mesurarà la deformació corresponent a les dues sol·licitacions. Calcular per separat la tensió que correspon a cada sol·licitació i amb aquestes dades, considerant que actuen simultàniament, determinar la distància entre el EIX NEUTRE i el EIX GEOMETRIC de la proveta

Tensió deguda al esforç normal

$$F = 196 \text{ N}$$

$$A = 63 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_t = \frac{F}{A} = 3,11 \text{ MPa}$$

Tensió deguda a la flexió **CAS 1**

$$M_1 = 9200 \text{ Nmm}$$

$$I = bh^3/12 = 2100 \text{ mm}^4$$

$$\sigma_f = \frac{M}{I} \cdot y = 46,67 \text{ MPa}$$

$y = 10 \text{ mm}$

Tensió deguda a la flexió **CAS 2**

$$M_2 = 14700 \text{ Nmm}$$

$$I = bh^3/12 = 2100 \text{ mm}^4$$

$$\sigma_f = \frac{M}{I} \cdot y = 70 \text{ MPa}$$

Tensió

$$\sigma = \frac{F}{A} - \frac{M_z}{I_z} \cdot y$$

Equació de l'eix neutre

$$0 = \frac{F}{A} - \frac{M_z}{I_z} \cdot y$$

$$y = \frac{F \cdot I_z}{A \cdot M_z} = \frac{F \cdot I_z}{A \cdot F \cdot e} = \frac{I_z}{A \cdot e}$$

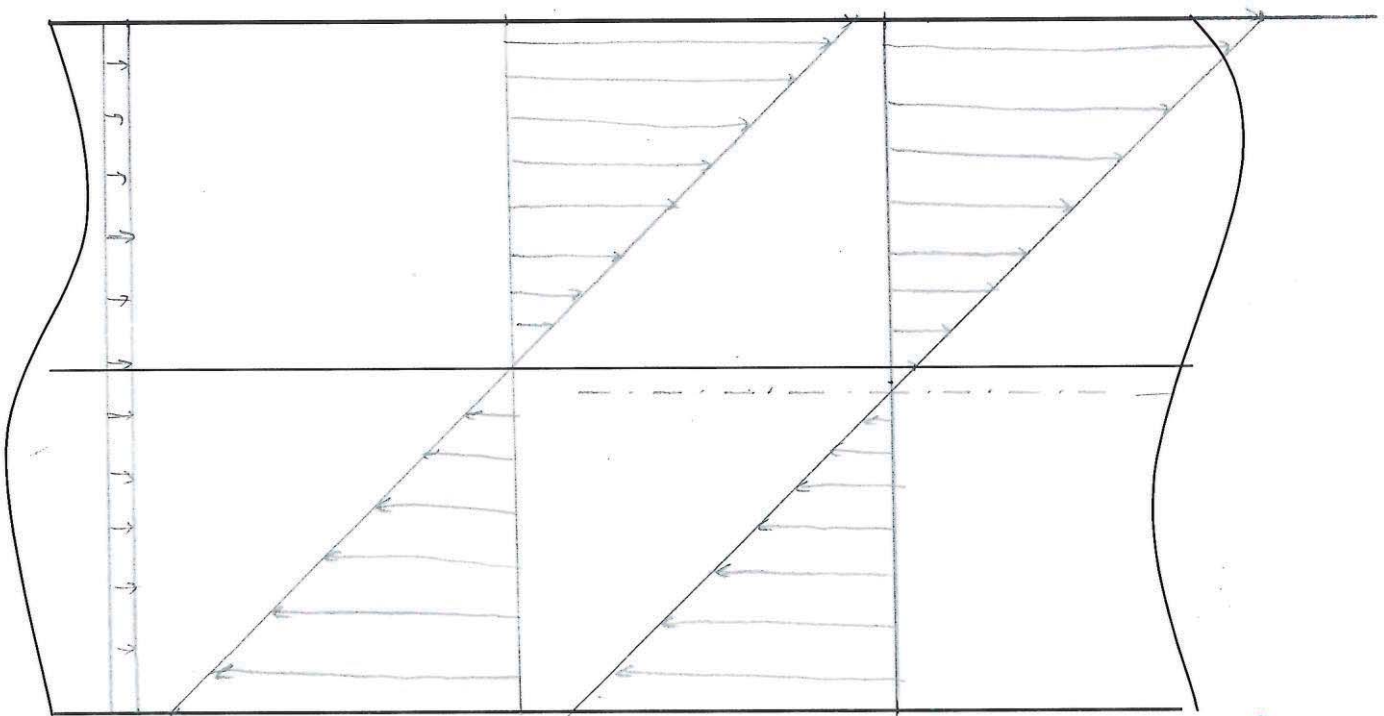
Calcular la posició de l'eix neutre en els dos casos anteriors

$$\delta_{\text{cas1}} = 0,67$$

$$\delta_{\text{cas2}} = 0,44$$

2.2.- Representació gràfica

En el esquema de la figura, col·locar els valors anteriors corresponents al cas 1. (Escala 1MPa=1mm)



3.- MÈTODE EXPERIMENTAL

S'utilitzarà la proveta tipus L que es una platina d'acer de 3 mm de gruix per 20 mm d'amplada i mòdul d'elasticitat $E = 2,2 \cdot 10^5$ MPa en la que s'han col·locat 6 galgues longitudinals 3 a cada banda. Es muntarà en les escaires de suport i s'aplicarà una flexió composta carregant 2 kg en l'extrem del braç de palanca del banc de càrregues en dos casos d'excentricitat, el primer $e=50$ mm i el segon $e=75$ mm.

Les galgues es connectaran de dos en dos en mig pont en branques oposades. La galga 1 amb la que està justament al seu darrera i la 2 i la 3 també. D'aquesta manera llegirem el doble de la deformació en la fibra en la estan les dos galgues

En cada cas es determinarà la posició del E.N mesurant les deformacions en les fibres on estan les galgues i aplicant el càlcul matemàtic de forma raonada

3.1.- Aplicació d'una força amb 50mm d'excentricitat

FORÇA TRACCIÓ 20 kg	LECTURA 1	LECTURA 2	LECTURA 3	MITJANA m_2	$\varepsilon = \frac{m_2}{2} \cdot 10^{-6}$	TENSIÓ NORMAL $\sigma = E \cdot \varepsilon$
G1	410	405	400	405	$2,025 \cdot 10^{-4}$	44,55
G2	45	50	45	46,67	$2,33 \cdot 10^{-5}$	5,126
G3	-760	-760	-760	-760	$-1,3 \cdot 10^{-4}$	-28,6

3.2.- Aplicació d'una força amb 75mm d'excentricitat

FORÇA TRACCIÓ 20 kg	LECTURA 1	LECTURA 2	LECTURA 3	MITJANA m_2	$\varepsilon = \frac{m_2}{2} \cdot 10^{-6}$	TENSIÓ NORMAL $\sigma = E \cdot \varepsilon$
G1	595	595	595	595	$2,975 \cdot 10^{-4}$	65,44
G2	35	35	35	35	$1,75 \cdot 10^{-5}$	3,85
G3	-415	-410	-410	-411,67	$-2,06 \cdot 10^{-4}$	-45,32

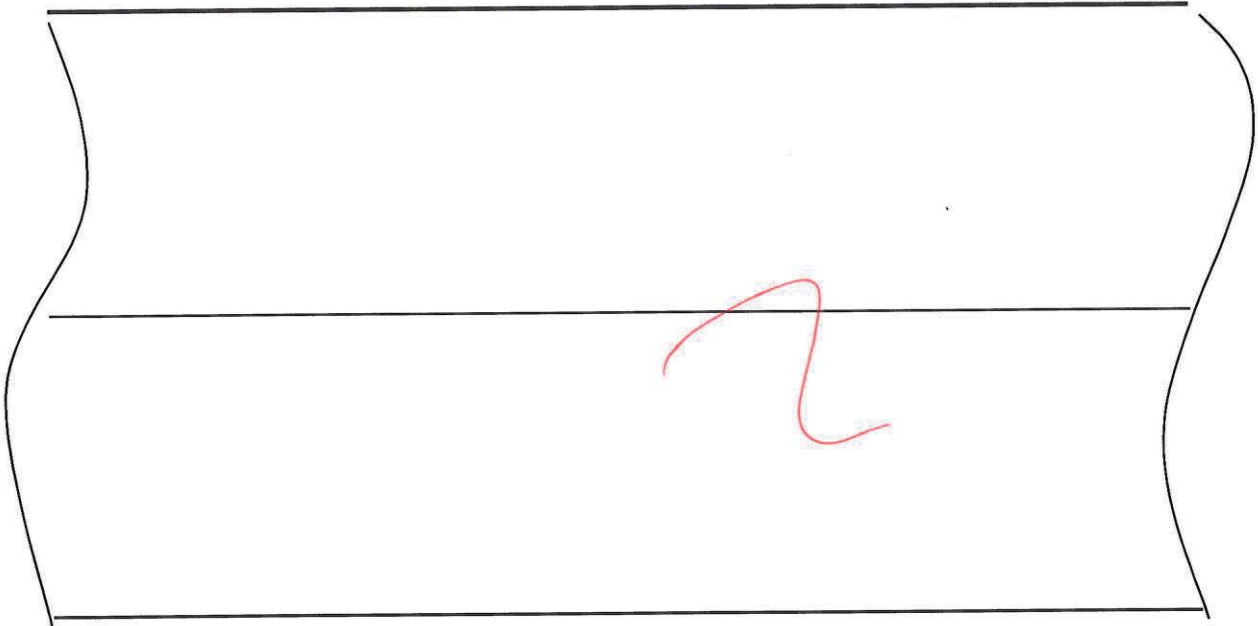
3.3.- Representació gràfica dels resultats experimentals

La tensió normal en cada una de les fibres on estan col·locades les tres galgues serà la suma de la tensió que es produeix per l'esforç normal i la que es produeix per la flexió a l'aplicar la força descentrada. Calcula per trigonometria en els dos casos la posició de l'eix neutre respecte de l'eix geomètric de la peça

$$\sigma = \sigma_i + \sigma_f = \frac{F}{A} + \frac{M}{I} \cdot y$$

CÀLCULS:

Dibuixa els esquemes de les tensions trobades i la posició de l'eix neutre no mes per el cas 1 (escala 1MPa=1mm)



Distancia entre l'eix neutre i l'eix geomètric de la peça

$\delta_{cas1} =$	mm	$\delta_{cas2} =$	mm
-------------------	----	-------------------	----

4.- ANÀLISI COMPARATIU DE RESULTATS

Calcula la desviació dels resultats obtinguts entre els dos mètodes i explica les causes mes probables

DATA	Nº LLOC TREBALL	Nº PROVETA	NOM I COGNOMS DEL ALUMNE
30/I/14	4	4	

4