

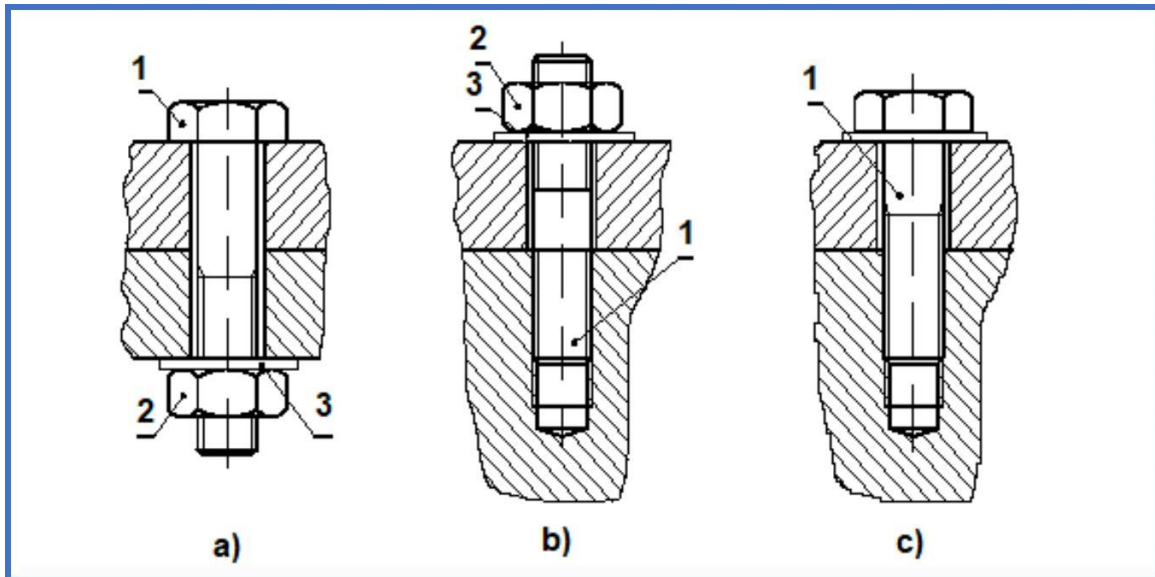
# Organe de Mașini – LABORATOR

## – Măsurarea Momentului de frecare din îmbinările filetate –

**SCOPUL LUCRĂRII** este determinarea momentului de frecare din imbinările filetate se va face în două situații pentru a evidenția cele două componente ale acestuia:

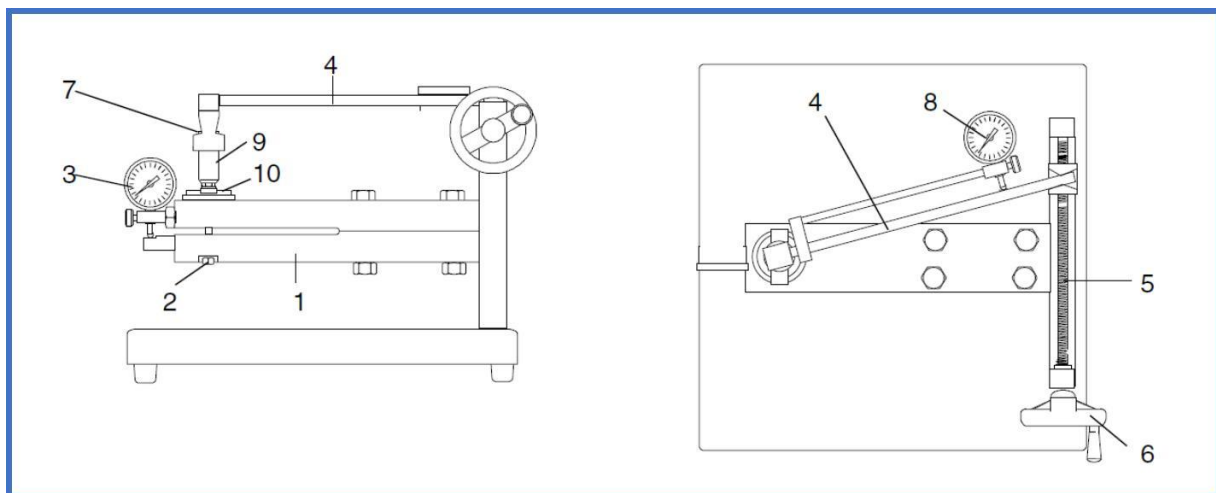
- Frecarea din filet adică dintre spirele șurubului și spirele piuliței;
- Frecarea dintre piuliță și șaiba

În figura 1 sunt prezentate trei îmbinări filetate uzuale:



**Figura 1 – Tipuri de asamblări filetate:**  
a) șurub – piuliță; b) cu șurub de tip prezon; c) numai cu șurub.  
S-a notat cu 1 – șurubul, cu 2 – piulița și cu 3 – șaiba plană

**PRINCIPIUL LUCRĂRII** constă în măsurarea momentului de înșurubare (la cheie) în cazul a două montaje realizate pe standul dedicat (Figura 2).

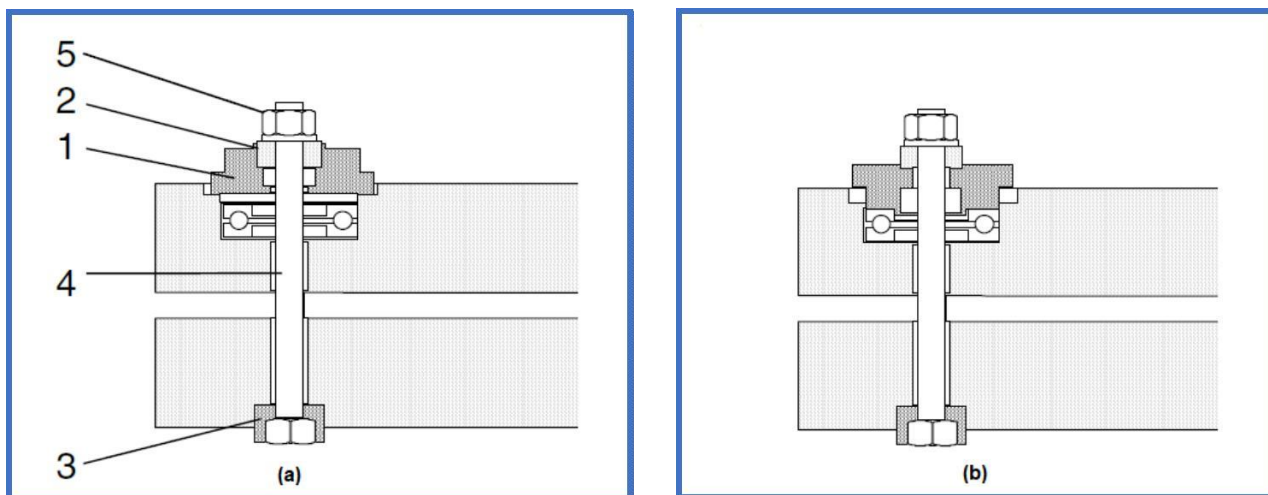


**Figura 2 – Stand de măsurare (TM320)**

Cele două brațe (superior și inferior) ale piesei în formă de U (1) sunt tensionate la încovoiere (une spre cealaltă) prin strangerea șurubului (2) care este testat. Cele două brațe se comportă ca niște arcuri lamelare sau ca două grinzi încastrate supuse la încovoiere de forță axială din șurub. Deformația este măsurată cu ajutorul unui comparator (3). Această deformație este proporțională cu forța axială din șurub (vezi Legea lui Hooke  $F = K_b \times \delta L$ ). Constanta elastică –  $K_b$  – a sistemului este 20 KN/mm. Cheia dinamometrică (4) este dotată și ea cu un comparator (8) pentru măsurarea momentului de înșurubare (momentului la cheie). Pentru aplicarea în mod constant a momentului

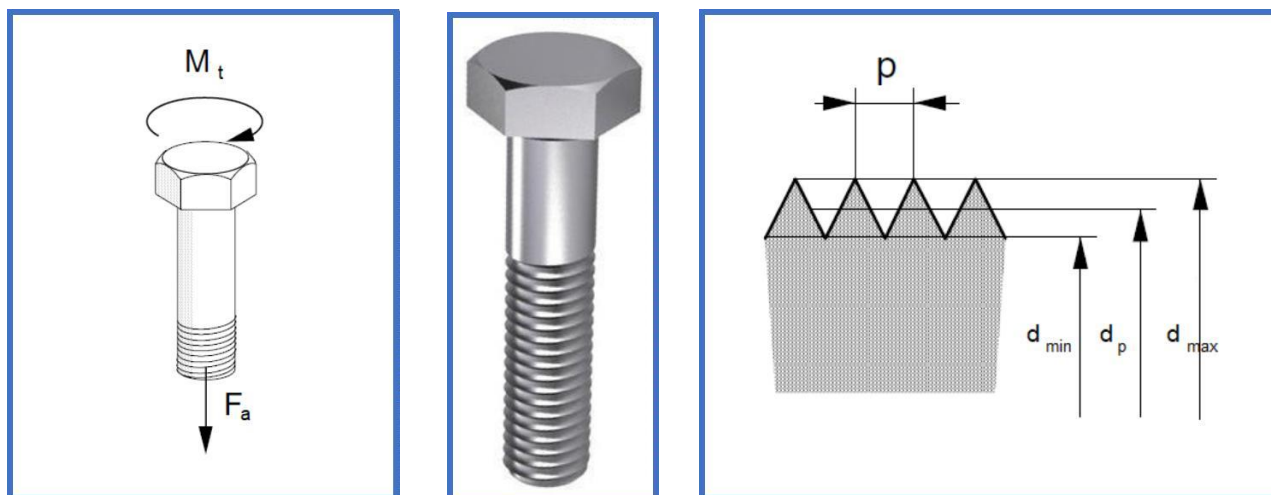
de înșurubare, capătul (manerul) cheii dinamometrice este deplasat cu ajutorul unei manivele (6) care rotește un șurub de miscare (5). Încovoierea acesteia, prin aplicarea momentului de înșurubare, este măsurată de comparatorul (8). Constanta elastică a acestui sistem de măsurare –  $K_t$  – este 10 Nm/mm.

O mufă hexagonală (9) permite testarea mai multor tipuri de șuruburi. Placa de așezare a piuliței permite într-o primă configurație frecarea de alunecare dintre piuliță și șaiba plană, iar într-o a doua configurație, eliminarea acestei frecări de alunecare prin inserarea unui rulment axial, permițând astfel doar măsurarea frecării din filet, frecarea de rostogolire din rulmentul axial fiind considerată neglijabilă (figura 3).



**Figura 3 – Cele două configurații de montaj pentru măsurarea momentului de înșurubare**  
**(a) cu frecare de alunecare și (b) cu frecare de rostogolire**  
**Legenda: 1 – placa de așezare; 2 – piesa distanțier; 3 – piesa de fixare; 4 – șurub; 5 – piulița.**

## CARACTERISTICILE FILETULUI METRIC ȘI ALE ȘURUBURILOR DE TESTAT



**Figura 4 – Șurub metric**  
 $M_t$  – Momentul de înșurubare (la cheie);  $F_a$  – Forța axială;  
 Filetul șurubului este caracterizat de:  
 $p$  – pasul filetului; diametrul maxim  $d_{max}$ , diametrul mediu  $d_p$ ; diametrul minim  $d_{min}$ .

În cadrul lucrării se vor folosi șuruburile cu următoarele date standard:

Filet METRIC		extras ISO 723		
Diametrul nominal d [mm]	Diametrul mediu d <sub>p</sub> [mm]	Diametrul de fund d <sub>min</sub> [mm]	Aria secțiunii A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> ]	Pasul filetului p [mm]
6	5.350	4.773	20.1	1.00
8	7.188	6.466	36.6	1.25
10	9.026	8.160	58.0	1.50

Tabelul 1 – Caracteristici geometrice ale șuruburilor M6, M8, M10.

Momentul la cheie M <sub>t</sub> [Nm]				
Diametrul nominal d [mm]	Clasa de calitate			
	6.9	8.8	10.9	12.9
6	8.00	9.50	13.00	16.00
8	19.00	23.00	32.00	39.00
10	39.00	46.00	64.00	77.00

Tabelul 2 – Momentul la cheie pentru șuruburile M6, M8, M10.

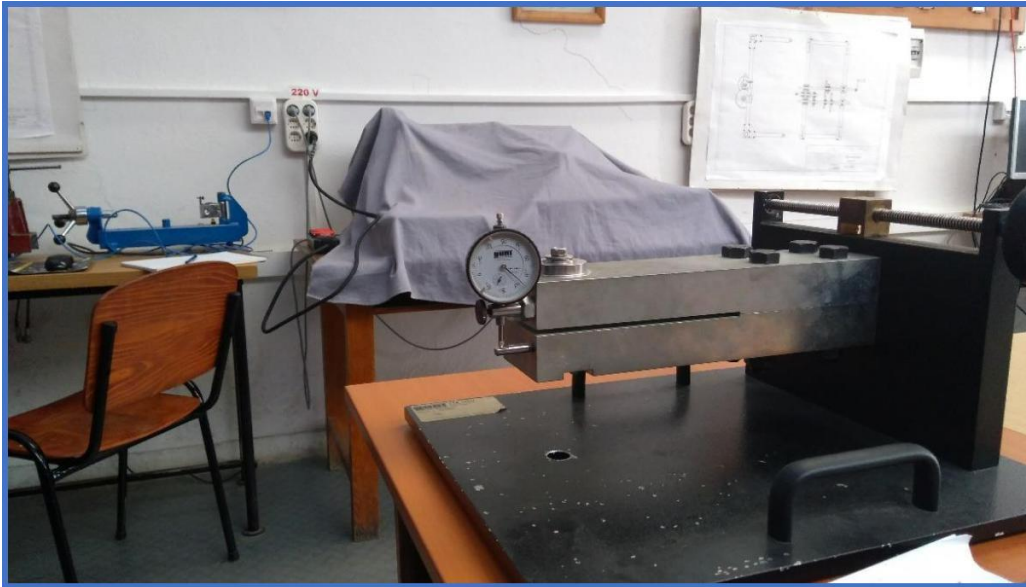
Forța axială [kN]				
Diametrul nominal d [mm]	Clasa de calitate			
	6.9	8.8	10.9	12.9
6	7.80	9.25	9.20	11.10
8	14.30	17.00	23.90	28.70
10	22.80	27.10	38.00	45.70

Tabelul 3 – Forța axială dezvoltată în șurub.

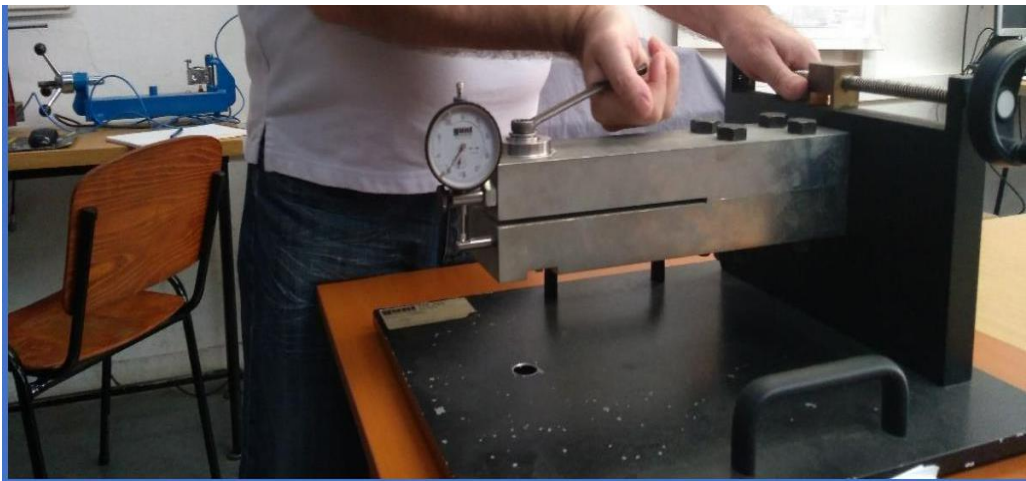
## EFECTUAREA LUCRĂRII

Standul este pregătit pentru măsurarea momentului de înșurubare care presupune atât frecarea din filet cât și cea dintre piulită și șaibă - **Figura 3 (a)**. Etapele sunt prezentate în Figurile 5 – 9.

Standul este reconfigurat pentru măsurarea momentului de înșurubare din filet, frecarea de alunecare dintre piulită și șaibă fiind suprimată prin întoarcerea invers a plăcii de așezare 2 din Figura 3 rezultând noua configurație – **Figura 3 (b)**. Etapele sunt prezentate în Figurile 10 – 13.



*Figura 5 - Standul de măsurare în configurația din Figura 3 (a)*



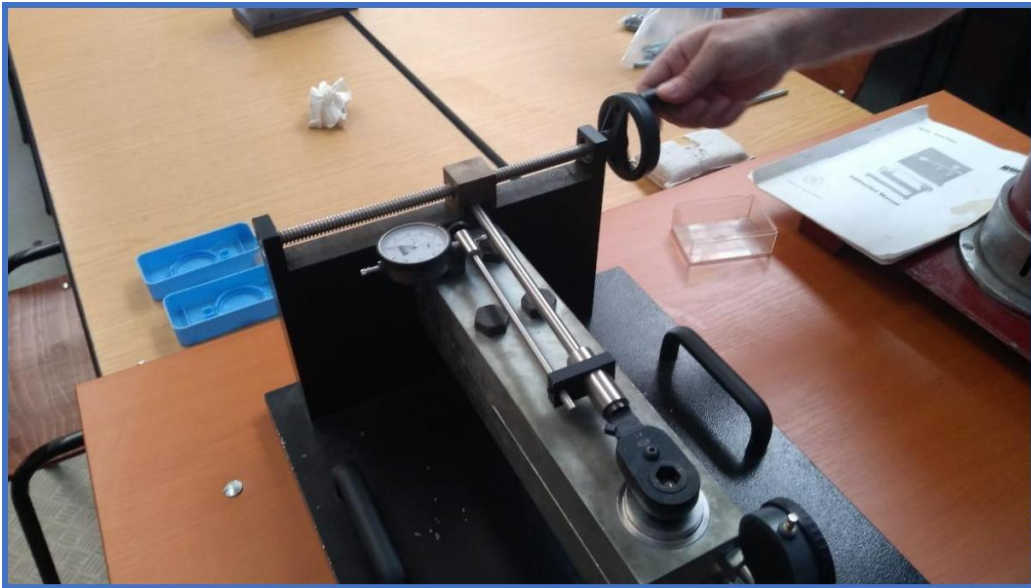
*Figura 6 - Strângerea inițială a șurubului*



*Figura 7 - Fixarea cheii dinamometrice în piulita șurubului de acționare*



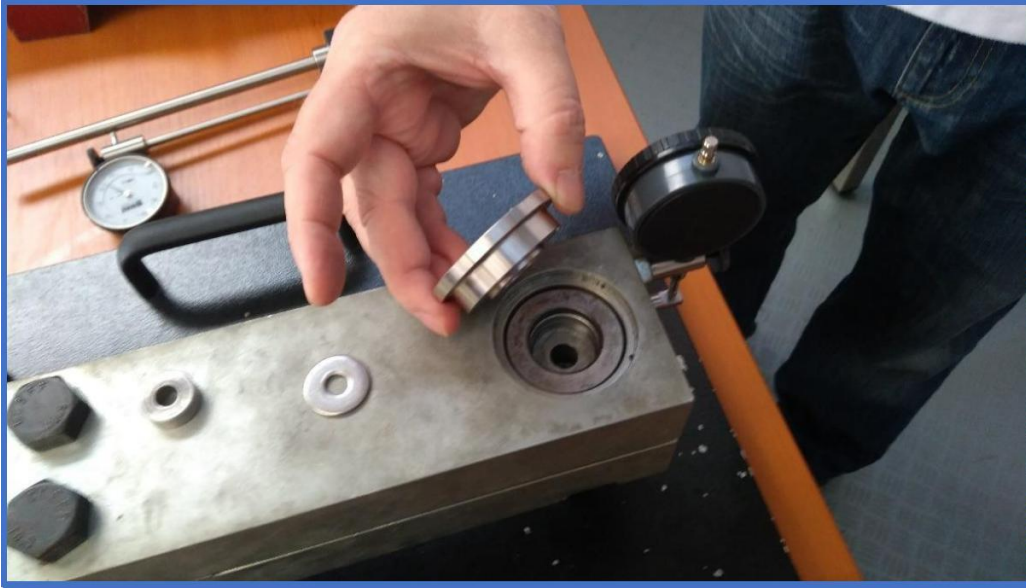
*Figura 8 - Fixarea cheii dinamometrice, aducerea la ZERO a comparatorului*



*Figura 9 - executarea masuratorilor*



*Figura 10 - Standul de măsurare în configurația din Figura 3 (b) – Rulmentul axial*



**Figura 11 - Standul de măsurare în configurația din Figura 3 (a) - întoarcerea invers a plăcii de așezare.**



**Figura 12 - Strângerea inițială a șurubului**

În continuare se repetă pașii din figurile 7,8,9.

Momentul total de frecare (la cheie) –  $M_{ta}$  – măsurat în configurația din Figura 3 (a) este:

$$M_{ta} = M_{t1} + M_{t2} \quad (1)$$

unde:

$$M_{t1} = F_a \frac{d_p}{2} \operatorname{tg}(\psi + \varphi') \text{ este momentul de frecare din filet (vezi curs)} \quad (2)$$

și

$$M_{t2} = \mu F_a r_m \text{ este momentul de frecare dintre piuliță și saiba (vezi curs).} \quad (3)$$

În configurația din Figura 3 (b), această a doua componentă este ZERO.

Date inițiale	Unitate de masura	Valoare
Diametrul nominal al șurubului	mm	8
Diametrul gaurii de trecere	mm	9
Deschiderea la cheie	mm	13
Pasul filetului	mm	1.25
Diametrul mediu al filetului $d_p$	mm	7.188
Constanta dinamometrului	kN/mm	20
Forta maxima de strangere	kN	40
Constanta cheii dinamometrice	Nm/mm	10
Momentul maxim de înșurubare	Nm	40
Unghiul de pantă al filetului	rad	0.0553
	deg	1.40815

Tabelul 4 – date inițiale

S-au efectuat următoarele măsurători:

Indicatia comparatorului de pe pachet [ $\mu\text{m}$ ]	Forta de strangere [kN]	Strangere pe saiba - Montajul din Figura 3 (a)					Momentul la cheie [Nm]	Strangere pe rulmentul axial - Montajul din Figura 3 (b)					Momentul de frecare dintre saiba si piulita [Nm]	
		Indicatia comparatorului cheii dinamometrice				$M_{ta} = M_{t1} + M_{t2}$		Indicatia comparatorului cheii dinamometrice				Momentul la cheie [Nm]		Momentul de frecare dintre saiba si piulita [Nm]
		1	2	3	med			1	2	3	med			
$\delta x$	$F_{ax} = K \times \delta x$													
10	2	27	34	36	32.33	3.23	18	22	21	20.33	2.03	1.20		
20	4	58	64	66	62.67	6.27	42	40	45	42.33	4.23	2.03		
30	6	88	92	89	89.67	8.97	60	58	64	60.67	6.07	2.90		
40	8	112	121	125	119.33	11.93	81	84	76	80.33	8.03	3.90		
50	10	144	154	160	152.67	15.27	100	105	108	104.33	10.43	4.83		
60	12	175	182	180	179.00	17.90	122	125	130	125.67	12.57	5.33		
70	14	196	211	208	205.00	20.50	144	150	140	144.67	14.47	6.03		
80	16	225	240	245	236.67	23.67	180	175	185	180.00	18.00	5.67		
90	18	257	263	268	262.67	26.27	202	195	205	200.67	20.07	6.20		
100	20	289	302	305	298.67	29.87	218	222	215	218.33	21.83	8.03		

Tabelul 5 - Date Masurate

Reprezentarea grafică a Momentelor măsurate (coloanele galbene din Tabelul 5) este prezentată în Figura 13:

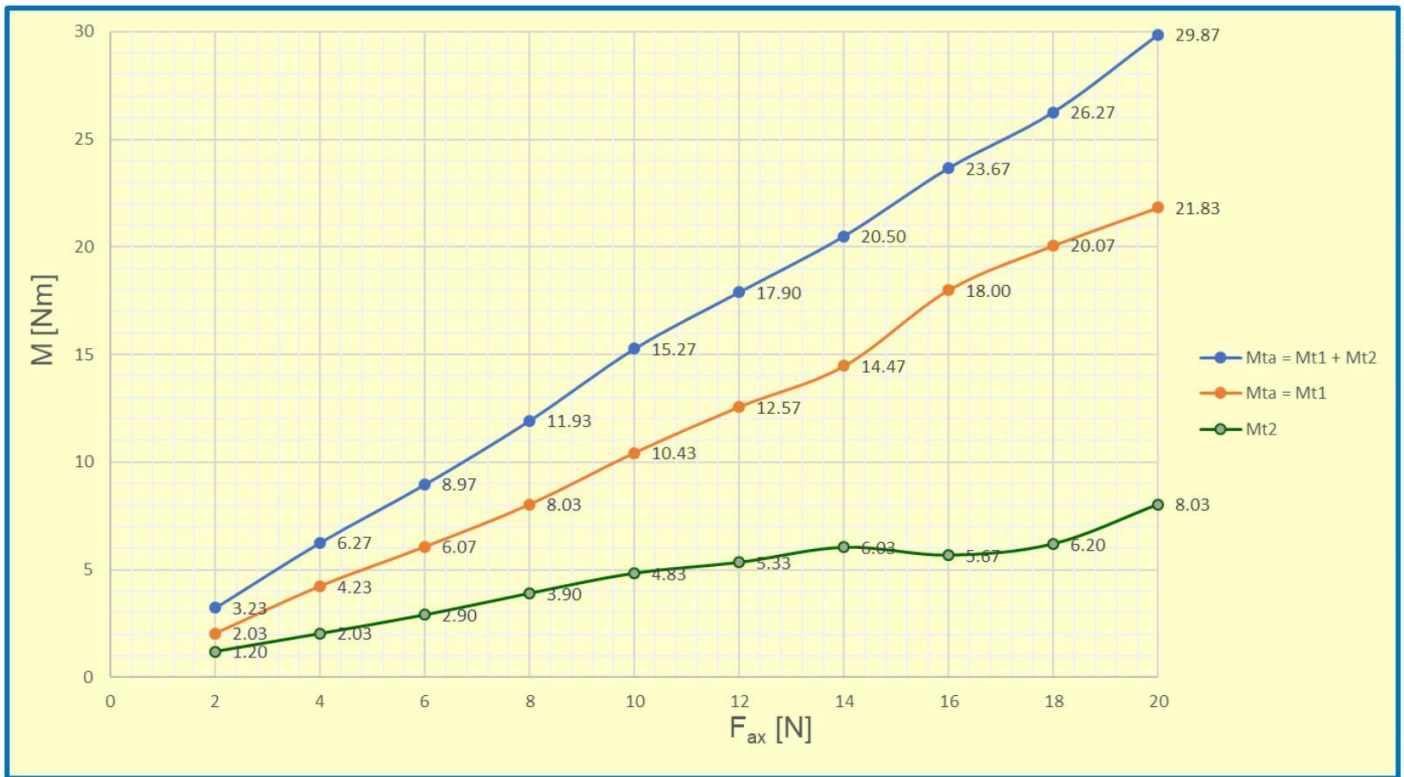


Figura 13 - Momentul de însurubare în cele două cazuri - Figura 3 (a) și (b) - și diferența dintre ele reprezentând momentul de frecare dintre piuliță și șaibă

În **tabelul 6** se prezintă rezultatele calculului coeficienților de frecare din formulele (2) și (3) iar în **tabelul 7** rezultatele calculului randamentului.

Coeficientul de frecare surub/piulița	Coeficientul de frecare piulița/șaibă
0.23	0.11
0.24	0.09
0.22	0.09
0.22	0.09
0.23	0.09
0.23	0.08
0.23	0.08
0.25	0.06
0.25	0.06
0.26	0.06

Tabelul 6 – Coeficienți de frecare

Randamentul total al însurubării	Randamentul însurubării (fără șaibă)
0.12	0.20
0.13	0.19
0.13	0.20
0.13	0.20
0.13	0.19
0.13	0.19
0.14	0.19
0.13	0.18
0.14	0.18
0.13	0.17

Tabelul 7 – Randamentul îmbinării filetate

## CONCLUZII