

Τεχνικό Σχέδιο (1^ο εξάμηνο)

Διδακτική Ενότητα 11^η: Διαστασιολογικές ανοχές – Συναρμογές



Δομή Μαθήματος

- Είδη ανοχών
- Διαστασιολογικές ανοχές
 - Συμβολισμός ανοχής
 - Υπολογισμός συναρμογής
 - Συμβολισμός συναρμογής
- Καταχώρηση διαστασιολογικών ανοχών
- Συναρμογές
- Καταχώρηση συναρμογών

Στόχοι Μαθήματος

- Κατανόηση διαστασιολογικών ανοχών
- Καταχώρηση διαστασιολογικών ανοχών
- Κατανόηση συναρμογών
- Καταχώρηση συναρμογών

Είδη Ανοχών - Πρότυπα

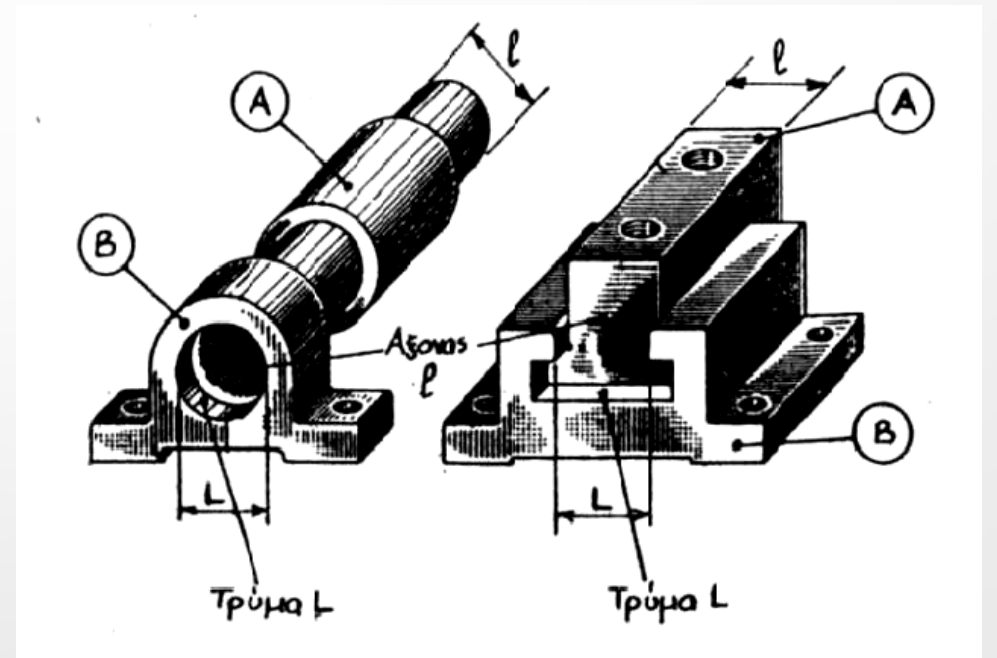
- Τεχνικό σχέδιο – Επιθυμητές διαστάσεις – μορφή – θέσεις
- Κατασκευή – Πραγματικές διαστάσεις – μορφή – θέσεις (διαφορετικές)

Διαφορά πραγματικής από επιθυμητή διάσταση (τάξης μm) δεν πρέπει να ξεπερνά ένα όριο ώστε να εξυπηρετούνται οι λειτουργικές ανάγκες του εξαρτήματος

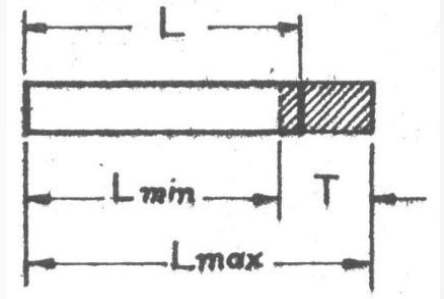
- Το παραπάνω εισάγεται στο μηχανολογικό σχέδιο μέσω των ανοχών
- **Διαστασιολογικές Ανοχές ISO 286:2010**
- Γεωμετρικές Ανοχές ISO 1101:2004
 - Ανοχές Μορφής
 - Ανοχές Θέσης

Βασικές έννοιες (1/5)

- Άξονας – Τρήμα : Όταν ένα κομμάτι A με εξωτερική διάσταση ℓ είναι τοποθετημένο και λειτουργεί μέσα στο κομμάτι B με εσωτερική διάσταση L, τότε με την ευρεία έννοια και άσχετα με το αν τα κομμάτια αυτά έχουν κυλινδρική ή άλλη μορφή το κομμάτι A ονομάζεται Άξονας και το B Τρήμα.



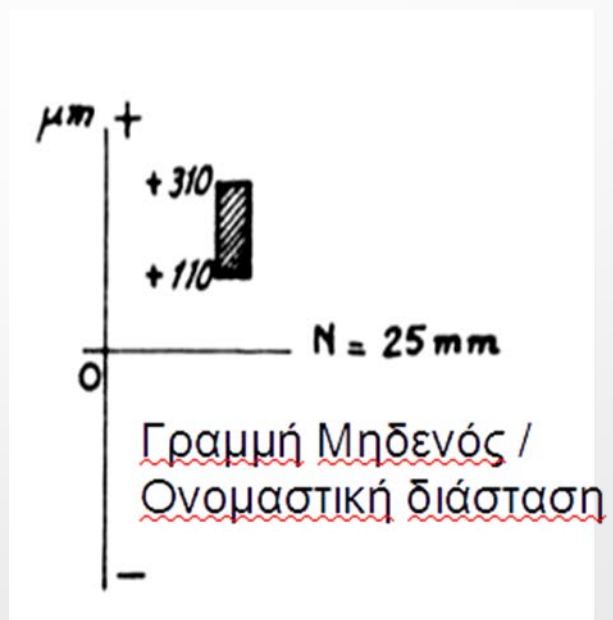
Βασικές έννοιες (2/5)



- Ονομαστική Διάσταση: Αναγραφόμενη στο μηχανολογικό σχέδιο (χωρίς απόκλιση, δηλ. κατασκευαστικό σφάλμα). Χρησιμεύει ως διάσταση αναφοράς & συμβολίζεται με το γράμμα N. π.χ DN =25mm
- Πραγματική διάσταση: Η μετρούμενη διάσταση, π.χ 24.95mm αντί DN =25mm.
- Οριακές διαστάσεις: Ακραίες [μέγιστη (max) και ελάχιστη (min)] και προκαθορισμένες διαστάσεις, π.χ Dmax, dmax και Dmin, dmin.
- Ανοχή T: Η διαφορά μεταξύ μέγιστης και ελάχιστης επιτρεπόμενης διάστασης
- $T = \max - \min$

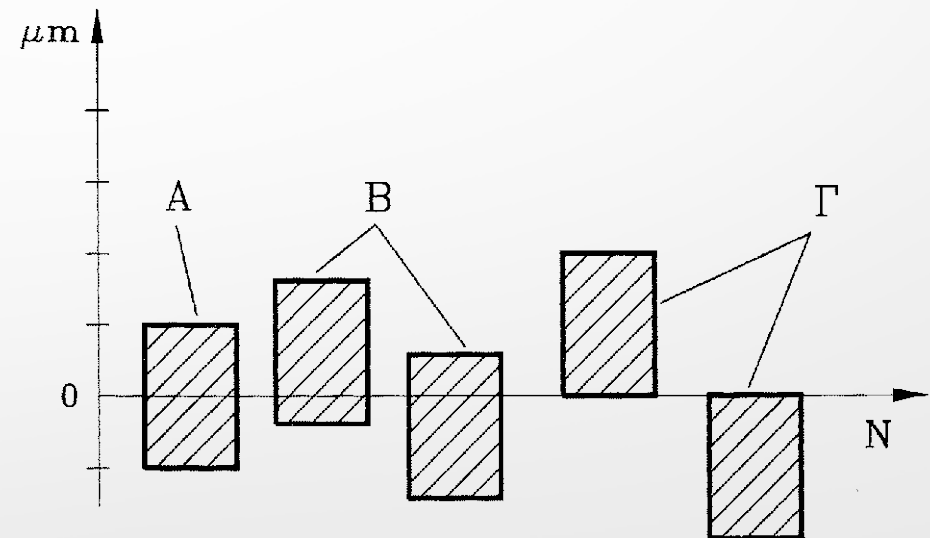
Βασικές έννοιες (3/5)

- Μηδενική γραμμή: Η γραμμή, πάνω στη γραφική απεικόνιση του πεδίου ανοχών που συμπίπτει με την ονομαστική διάσταση
- Πεδίο Ανοχής: Η γραφική παράσταση των επιτρεπόμενων διαστάσεων, σε σχέση με την ονομαστική διάσταση (περιοχή μεταξύ μιας μέγιστης L_{max} και μιας ελάχιστης L_{min} διάστασης μέσα στην οποία περιλαμβάνονται όλες οι επιτρεπόμενες πραγματικές τιμές της ονομαστικής διάστασης)



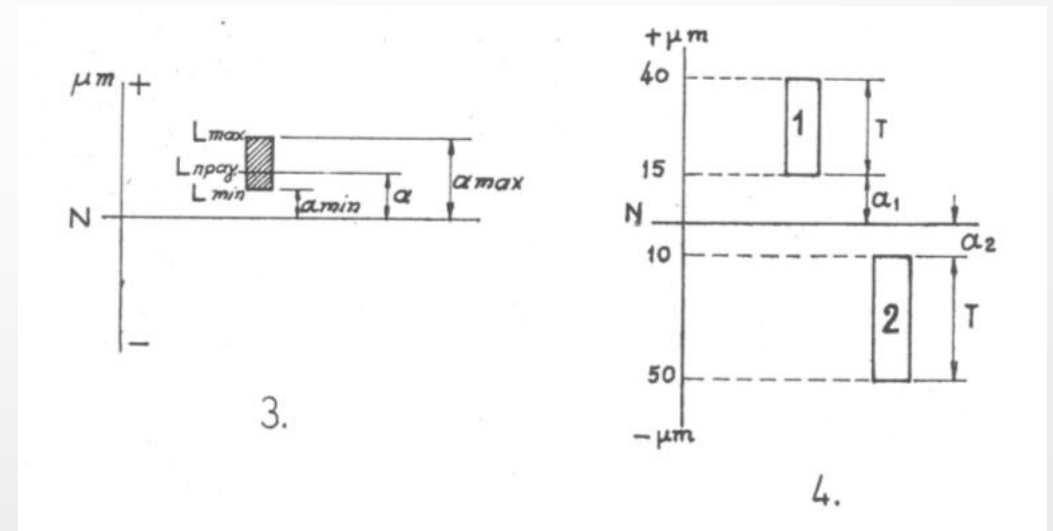
Βασικές έννοιες (4/5)

- Υψος πεδίου ανοχής (max – min)
- Πλάτος πεδίου ανοχής (τυχαίο)
- Θέση πεδίου ανοχής (καθορίζει τη σχέση των οριακών διαστάσεων με την ονομαστική)



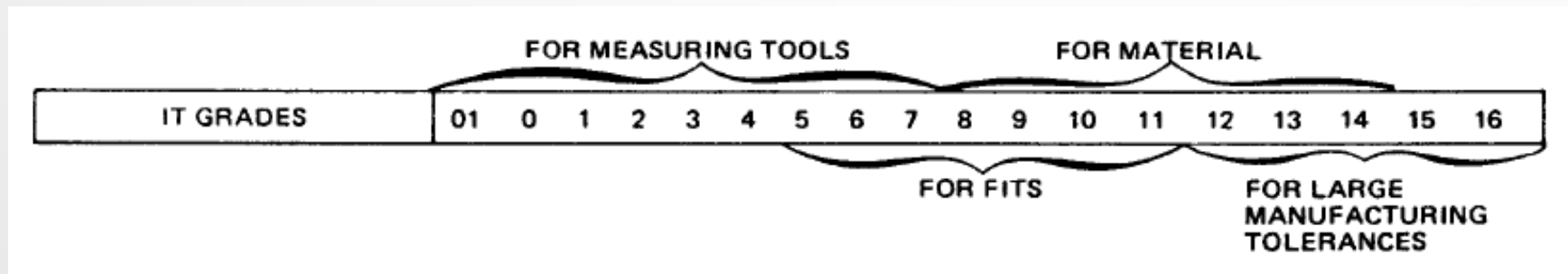
Βασικές έννοιες (5/5)

- Απόκλιση: Η αλγεβρική διαφορά, α , της ονομαστικής διάστασης N από την πραγματική διάσταση $L_{\text{πραγμ}}$ που προκύπτει από την παραγωγή: $\alpha = L_{\text{πραγμ}} - N$
- Άνω απόκλιση: $\alpha_{\text{max}} = L_{\text{max}} - N$
- Κάτω απόκλιση: $\alpha_{\text{min}} = L_{\text{min}} - N$
- Βασική απόκλιση: Η κατ' απόλυτη τιμή μικρότερη από α_{max} και α_{min}



Ποιότητα & Κατηγορία

Ποιότητα = μέγεθος πεδίου ανοχής (ύψος) - 20 ποιότητες



Κατηγορία = θέση πεδίου ανοχής ως προς την ονομαστική διάσταση - 28 κατηγορίες

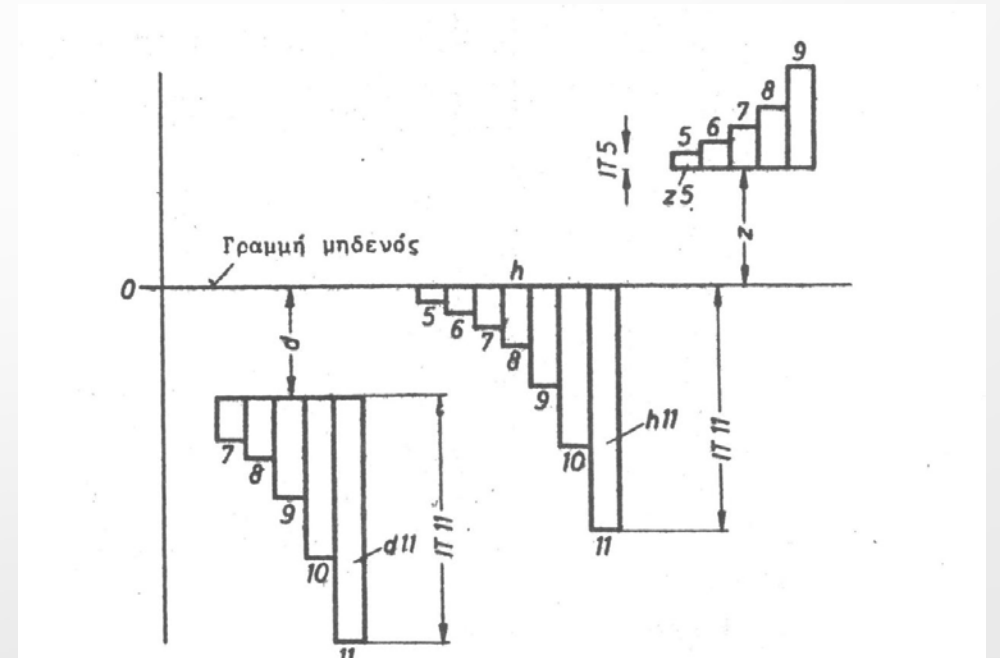
- (καθορίζει το μέγεθος και το πρόσημο της βασικής απόκλισης)

Ποιότητα ανοχής (1/3)

- Για ονομαστικές διαστάσεις 1 - 500 mm καθορίζονται 13 δεκατρείς περιοχές διαστάσεων (ISO)
- Η ποιότητα ανοχής συμβολίζεται με τα γράμματα IT και ένα αριθμητικό δείκτη π.χ. IT6
- Ο δείκτης αυξάνει από τη λεπτότερη στην πλέον χονδρική ποιότητα
- Η μεταβολή του μεγέθους της ανοχής από ποιότητα σε ποιότητα γίνεται γεωμετρικά π.χ. για τις ποιότητες IT 5 - 18 και για την ίδια περιοχή διαστάσεων, η μεταβολή του μεγέθους της ανοχής αντιστοιχεί σε λόγο γεωμετρικής προόδου ...~ 1.6.
- Κατά τη μετάβαση από μία ποιότητα στην αμέσως επόμενη, η ανοχή αυξάνει κατά 60%.

Ποιότητα ανοχής (2/3)

- Για την ίδια ποιότητα το μέγεθος του πεδίου ανοχής αυξάνει με την ονομαστική διάμετρο N .
- Δύο κομμάτια με διαφορετική ονομαστική διάσταση είναι της ίδιας ποιότητας όταν οι ανοχές τους είναι διαφορετικές μεταξύ τους και τέτοιες ώστε να παρουσιάζουν τον ίδιο βαθμό δυσκολίας επίτευξης.
- Γενικά:
 - Λεπτή ποιότητα
 - Μικρή ανοχή
 - Μεγάλη ακρίβεια
 - Δυσκολότερη κατασκευή
 - Περισσότερες απορρίψεις
 - Μεγαλύτερο κόστος κατασκευής

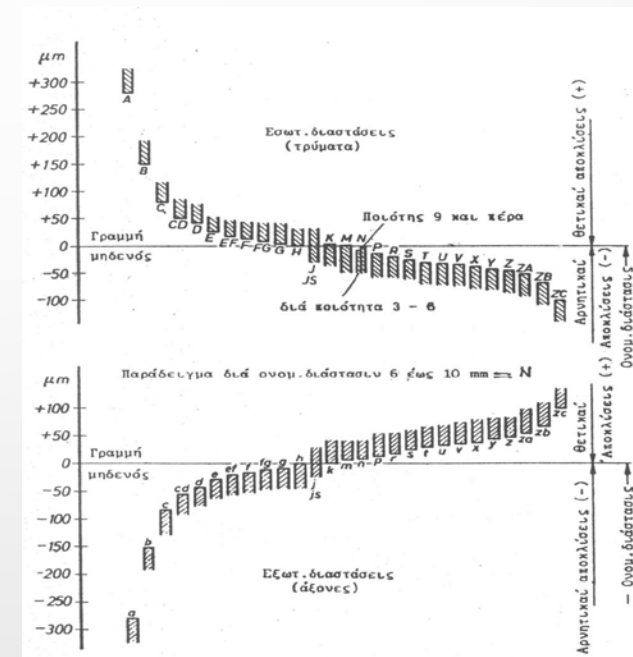


Ποιότητα ανοχής (3/3)

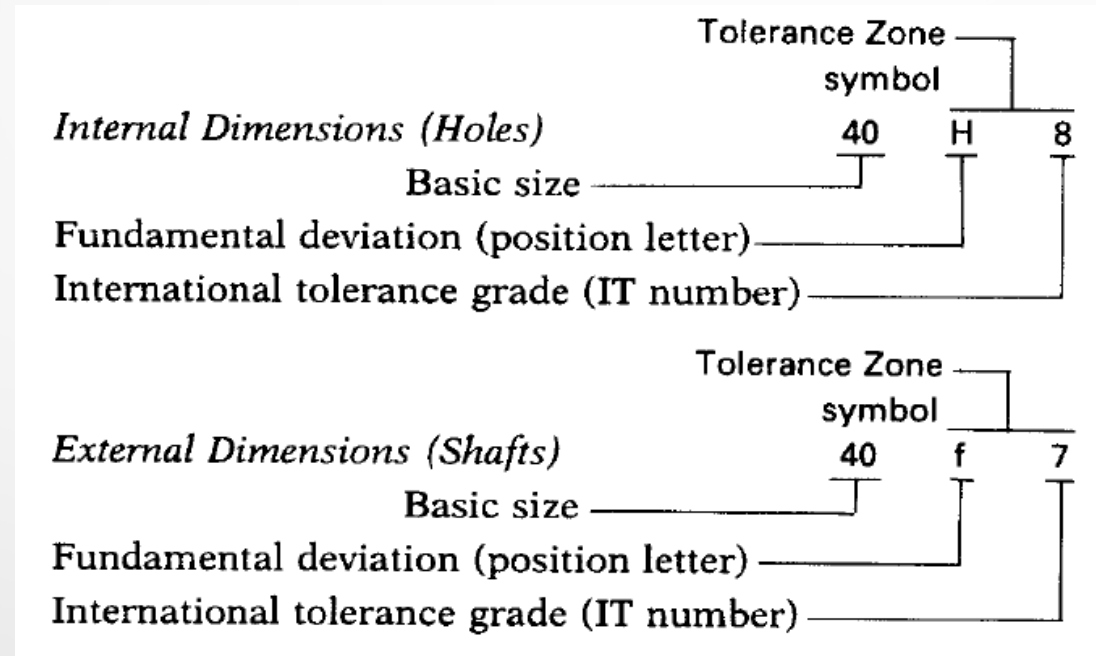
Όνομαστική διάσταση (mm)		Ανοχές συναρμολών																	
		Για πρότυπα μήκη και όργανα μετρήσεως												Μεγάλες ανοχές όχι για συναρμολώσεις					
Άνω	Έως	IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16
2	3	0-3	0-5	0-8	1-2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600
3	6	0-4	0-6	1	1-5	2-5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750
6	10	0-4	0-6	1	1-5	2-5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900
10	18	0-5	0-8	1-2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100
18	30	0-6	1	1-5	2-5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300
30	50	0-6	1	1-5	2-5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600
50	80	0-8	1-2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900
80	120	1	1-5	2-5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200
120	180	1-2	2	3-5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500
180	250	2	3	4-5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900
250	315	2-5	4	6	8	12	18	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200
315	400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600
400	500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000

Κατηγορία ανοχής

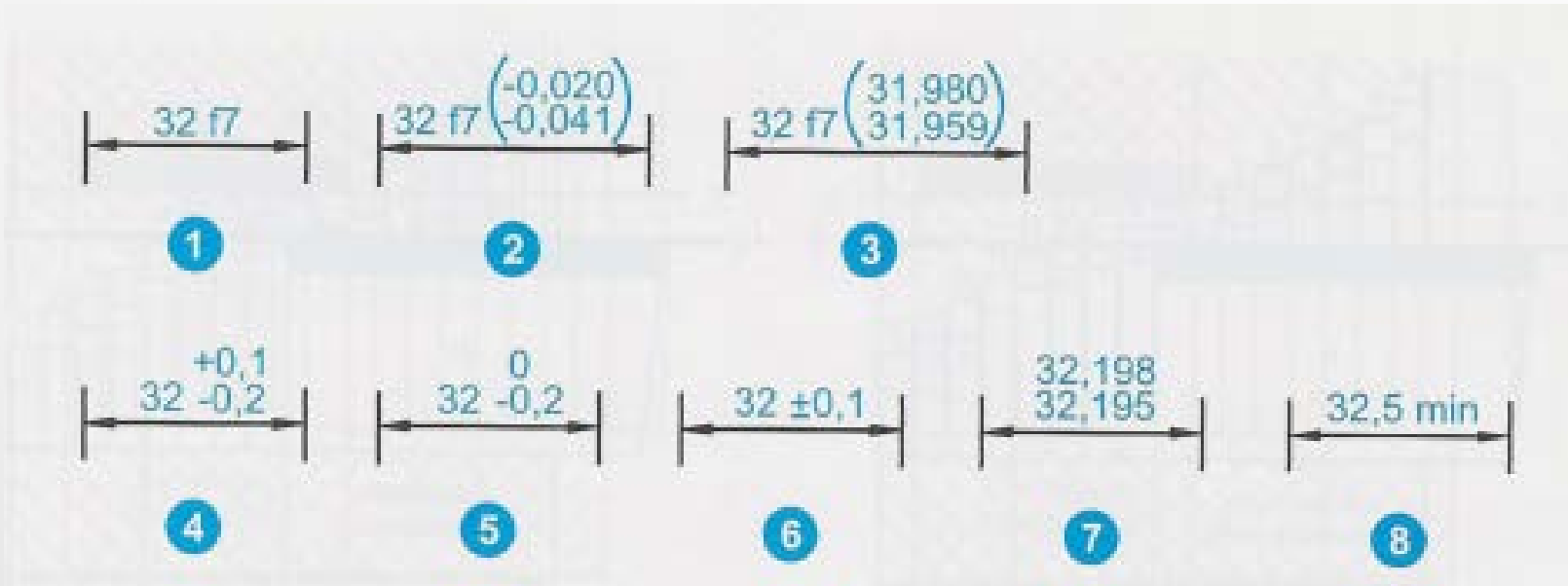
- Χαρακτηρίζει τη θέση του πεδίου ανοχής ως προς την ονομαστική διάσταση (μέγεθος και πρόσημο της βασικής απόκλισης)
- Συμβολίζεται με γράμμα πεζό (άξονας) ή κεφαλαίο (τρήματα), A a έως Z z



Συμβολισμός διαστασιολογικής ανοχής



Καταχώριση διαστασιολογικής ανοχής



Πίνακας διαστασιολογικών ανοχών (άξονας)

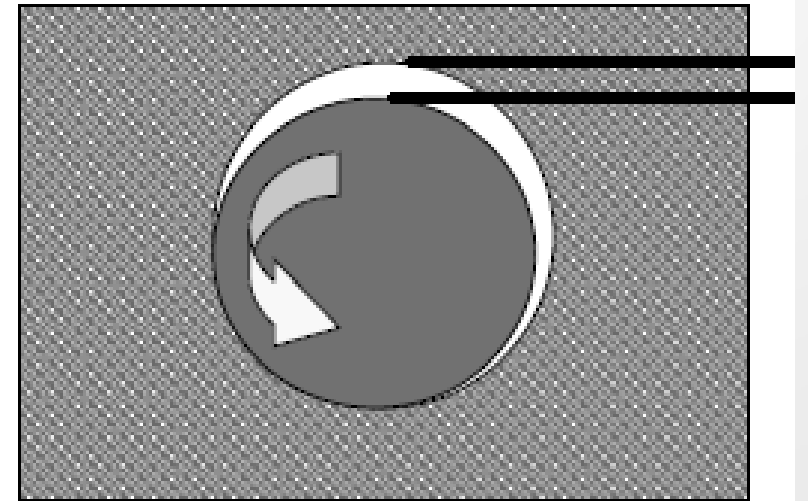
Ποιότητα	Κατηγορία	Όρια ανοχής	Αλγεβρικό πρόσημο	Περιοχές διαμέτρων σε mm													
				1 - 3	3 - 6	6 - 10	10 - 18	18 - 30	30 - 50	50 - 80	80 - 120	120 - 180	180 - 250	250 - 315	315 - 400	400 - 500	
				[μm]													
5	g5	*μ **ελ	-	3	4	5	6	7	9	10	12	14	15	17	18	20	
	h5	μ ελ	0	8	9	11	14	16	20	23	27	32	35	40	46	47	
	j5	μ ελ	+	5	5	6	8	9	11	13	15	18	20	23	25	27	
	k5	μ ελ	+	4	4	4	5	5	6	6	6	7	7	7	7	7	
	m5	μ ελ	+	1	1	2	3	4	5	7	9	11	13	16	18	20	
	n5	μ ελ	+			7	9	11	13	15	18	21	24	27	29	32	
				+			1	1	2	2	2	3	3	4	4	5	5
				+	7	9	12	15	17	20	24	28	33	37	43	46	50
				+	2	4	6	7	8	9	11	13	15	17	20	21	23
				+	11	13	16	20	24	28	33	38	45	51	57	62	67
			+	6	8	10	12	15	17	20	23	27	31	34	37	40	

Πίνακας διαστασιολογικών ανοχών (τρήμα)

Ποιότητα	Κατηγορία	Όρια ανοχής	Αλγεβρικό Πρόσημο	Περιοχές διαμέτρων σε mm													
				1 – 3	3 – 6	6 – 10	10 – 18	18 – 30	30 – 50	50 – 80	80 – 120	120 – 180	180 – 250	250 – 315	315 – 400	400 – 500	
				[μm]													
6	F6	*μ	+	14	18	22	27	33	41	49	58	68	79	88	98	108	
	G6	**ελ	+	7	10	13	16	20	25	30	36	43	50	56	62	68	
	H6	μ	+	10	12	14	17	20	25	29	34	39	44	49	54	60	
	J6	ελ	+	3	4	5	6	7	9	10	12	14	15	17	18	20	
	K6	μ	0	7	8	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40	
	M6	ελ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	N6	μ	+	3	4	5	6	8	10	13	16	18	22	25	29	33	
	P6	ελ	-	4	4	4	5	5	6	6	6	7	7	7	7	7	
		μ	+			2	2	2	3	4	4	4	4	5	5	7	8
		ελ	-	0	1	3	4	4	4	5	6	8	8	9	10	10	
		μ	-	7	9	12	15	17	20	24	28	33	37	41	46	50	
		ελ	-	4	5	7	9	11	12	14	16	20	22	25	26	27	
	μ	-	11	13	16	20	24	28	33	38	45	51	57	62	67		
	ελ	-	6	9	12	15	18	21	26	30	36	41	47	51	55		
	μ	-	12	17	21	26	31	37	45	52	61	70	79	87	95		
	ελ	-															

Συναρμογή

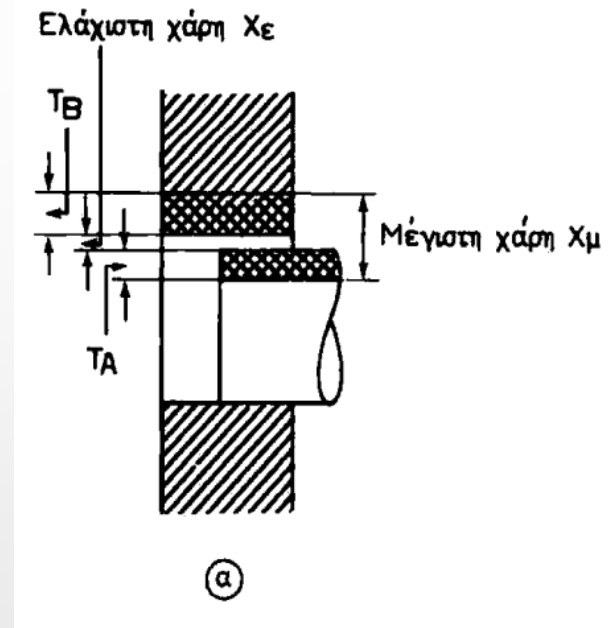
- Η κατάσταση που προκύπτει κατά τη συναρμολόγηση ενός διμερούς συνόλου με προκαθορισμένα όρια του βαθμού ελευθερίας της σχετικής μεταξύ των στοιχείων του κινητικότητας
- Αναφέρεται ΠΑΝΤΑ σε ζεύγος κομματιών κι όχι σε μεμονωμένα κομμάτια



Βασικές έννοιες – Χάρη (1/2)

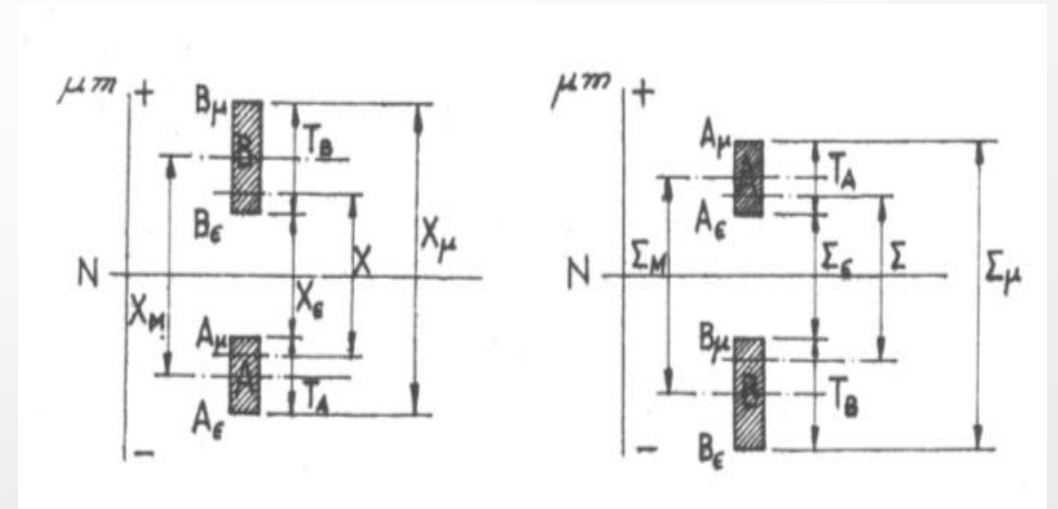
Αν η πραγματική διάσταση του τρήματος είναι > από αυτή του άξονα

- Χάρη: Η διαφορά της πραγματικής διάστασης του άξονα από την πραγματική διάσταση του τρήματος $X = B - A$



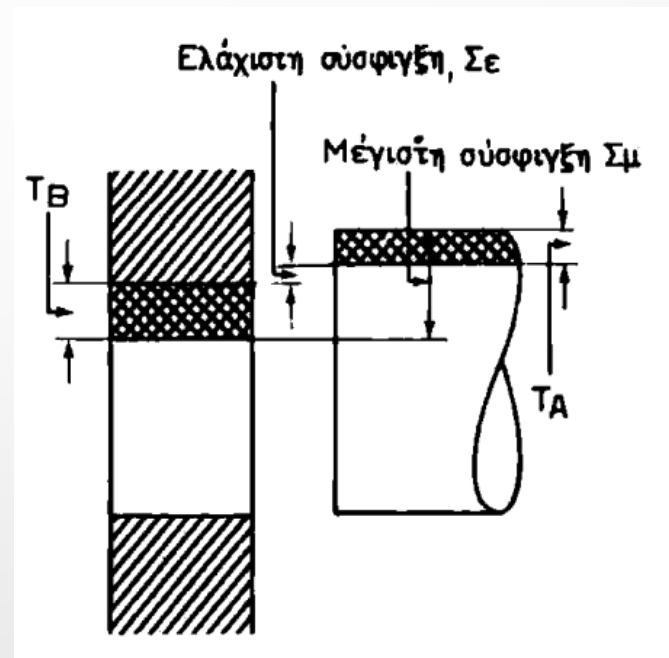
Βασικές έννοιες – Χάρη (2/2)

- Μέγιστη χάρη ($X_{\mu} = B_{\mu} - A_{\epsilon}$)
- Ελάχιστη χάρη ($X_{\epsilon} = B_{\epsilon} - A_{\mu}$)
- Μέση χάρη ($X_M = (X_{\mu} + X_{\epsilon})/2$)



Βασικές έννοιες – Σύσφιξη (1/2)

- Αν η πραγματική διάσταση του τρήματος είναι < από αυτή του άξονα
- Σύσφιξη: η διαφορά της πραγματικής διάστασης του άξονα από την πραγματική διάσταση του τρήματος $\Sigma = A - B$

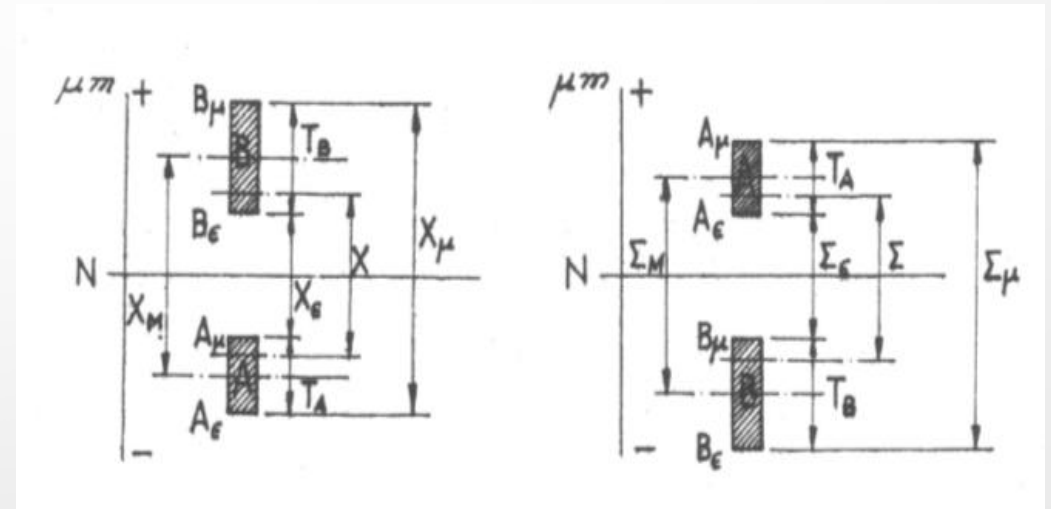


Βασικές έννοιες – Σύσφιξη (2/2)

- Μέγιστη σύσφιξη ($\Sigma\mu = A\mu - B\varepsilon$)
- Ελάχιστη σύσφιξη ($\Sigma\varepsilon = A\varepsilon - B\mu$)
- Μέση σύσφιξη ($\Sigma M = (\Sigma\mu + \Sigma\varepsilon)/2$)

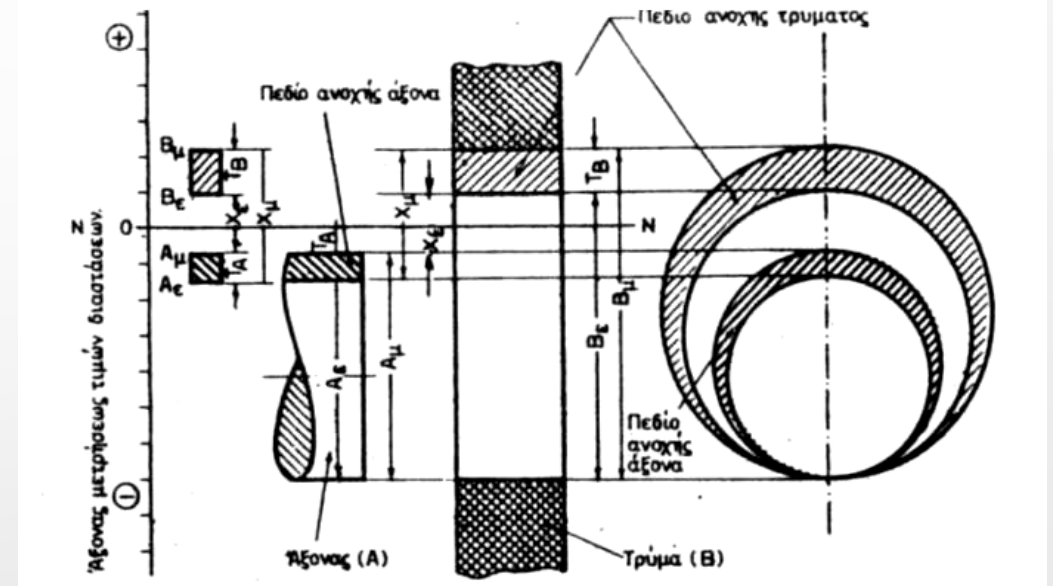
Συσχετισμός Σύσφιξης – Χάρης

$$\Sigma\mu = -X\varepsilon \text{ και } \Sigma\varepsilon = -X\mu$$



Χαρακτήρας συναρμογής (1/5)

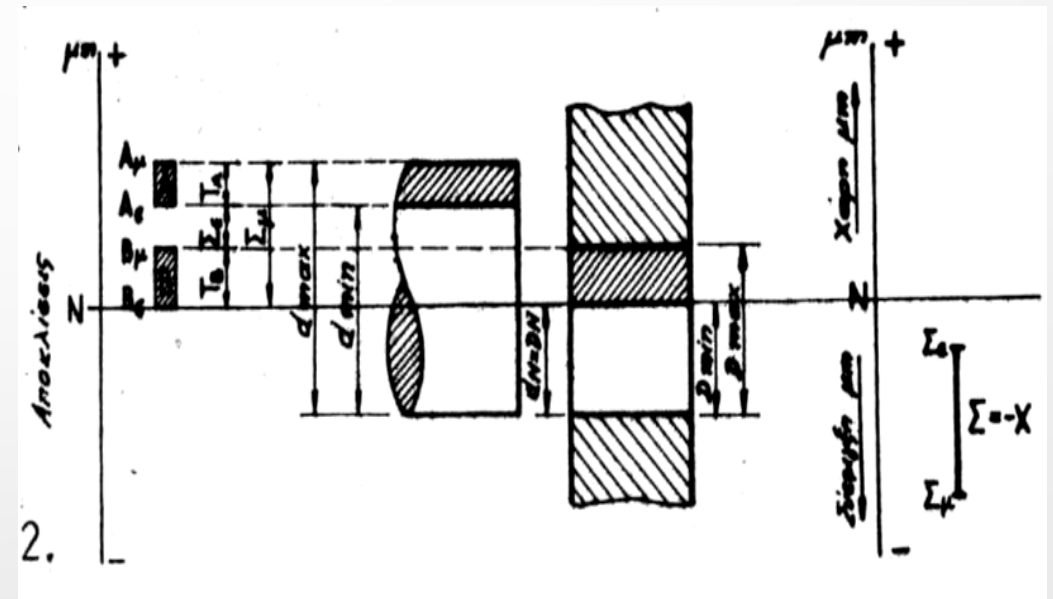
- Ελεύθερη συναρμογή: Συναρμογή στην οποία ο μέγιστος αποδεκτός άξονας είναι < από το ελάχιστο αποδεκτό τρήμα.
- Στην πλέον οριακή περίπτωση το συναρμολογημένο σύνολο έχει (θετική) χάρη
- Ειδική κατηγορία: Συναρμογή ολίσθησης όπου $X_{ε}=0$



Χαρακτήρας συναρμογής (2/5)

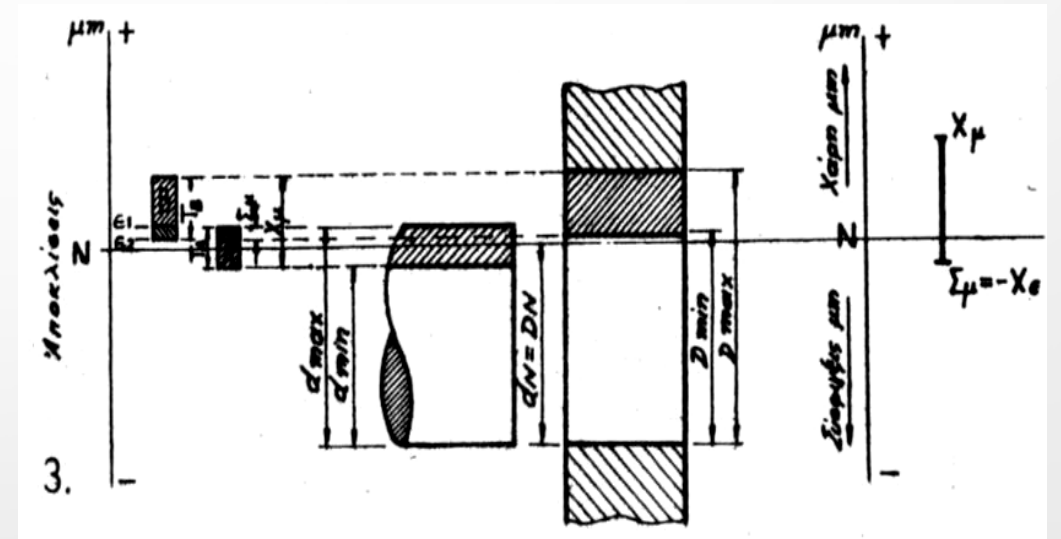
- Σφικτή συναρμογή: συναρμογή στην οποία ο ελάχιστος αποδεκτός άξονας είναι μεγαλύτερος από το μέγιστο αποδεκτό τρήμα.

Στην πλέον οριακή περίπτωση το συναρμολογημένο σύνολο έχει σύσφιγξη (αρνητική χάρη)

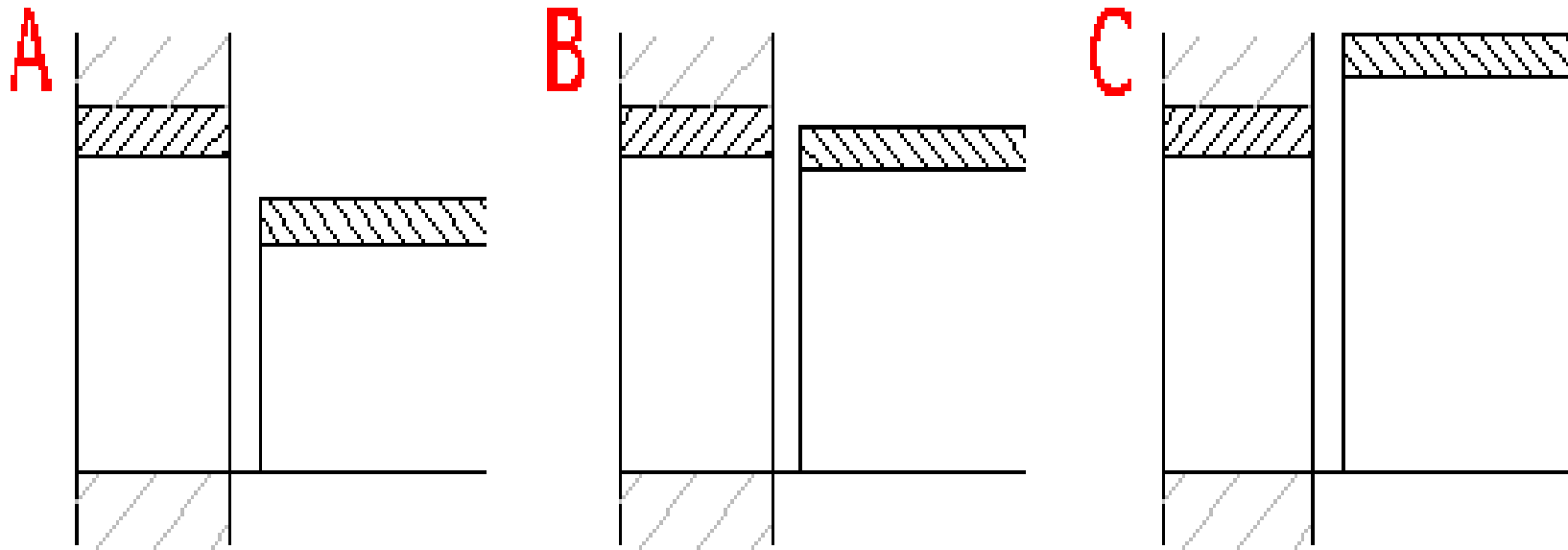


Χαρακτήρας συναρμογής (3/5)

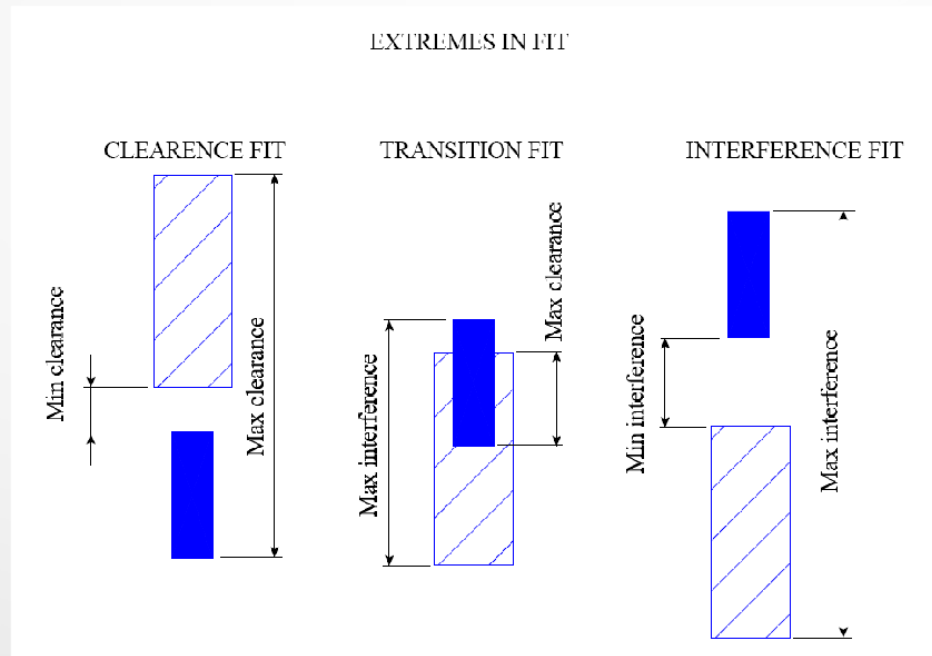
- Συναρμογή αμφίβολης σύσφιγξης: συναρμογή κατά της οποίας στα πεδία ανοχών τους υπάρχουν ζεύγη αξόνων – τρημάτων που δίνουν ελεύθερη συναρμογή και ζεύγη αξόνων – τρημάτων που δίνουν σφικτή συναρμογή.
- Ισχύει $X_{\mu} = B_{\mu} - A_{\epsilon} > 0$ και $X_{\epsilon} = B_{\epsilon} - A_{\mu} < 0$



Χαρακτήρας συναρμογής (4/5)



Χαρακτήρας συναρμογής (5/5)



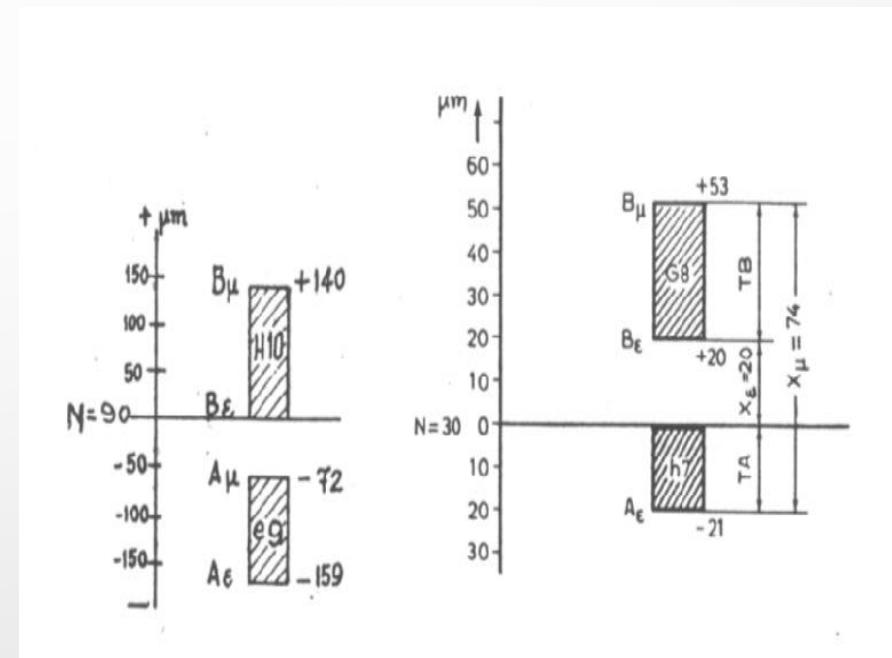
Υπολογισμός συναρμογής

Μέγιστη χάρη

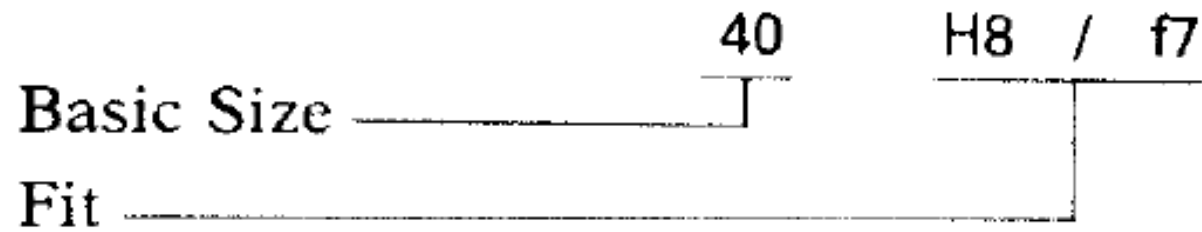
- $X_{\mu} = 140 - (-159) = 299 \mu\text{m}$

Ελάχιστη χάρη

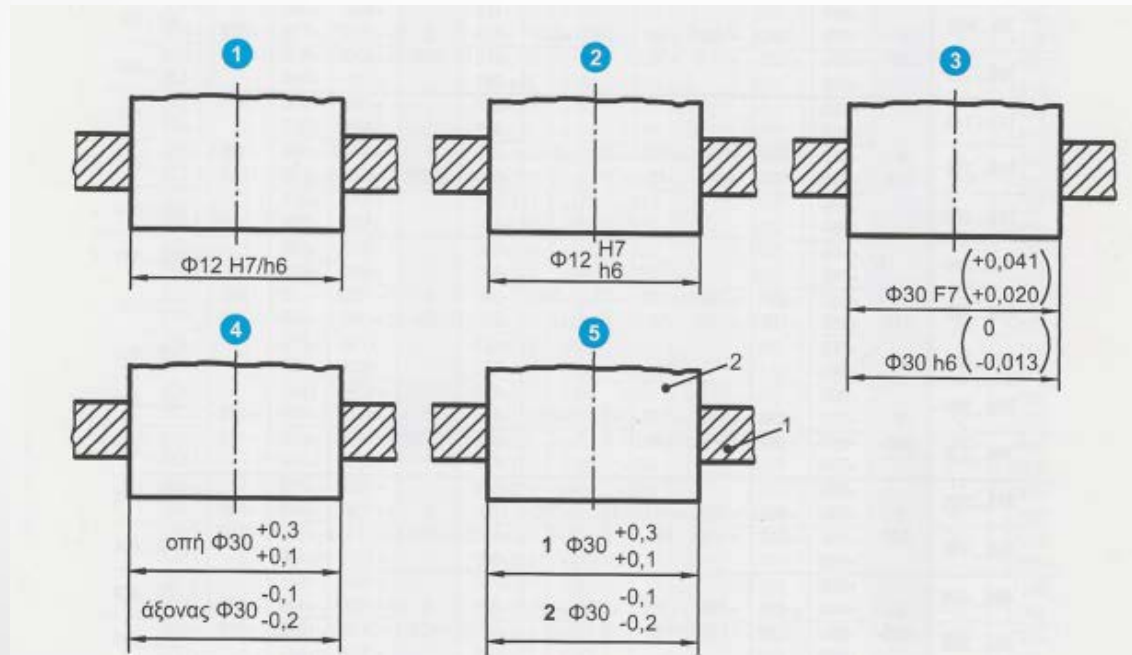
- $X_{\epsilon} = 0 - (-72) = 72 \mu\text{m}$



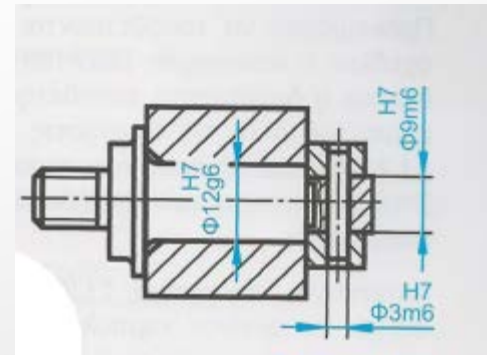
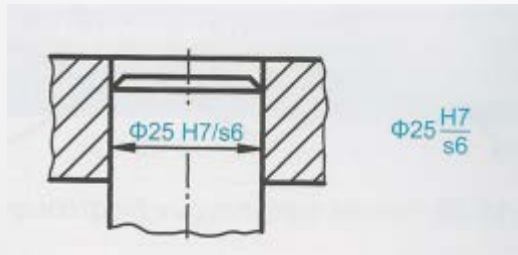
Συμβολισμός συναρμογής



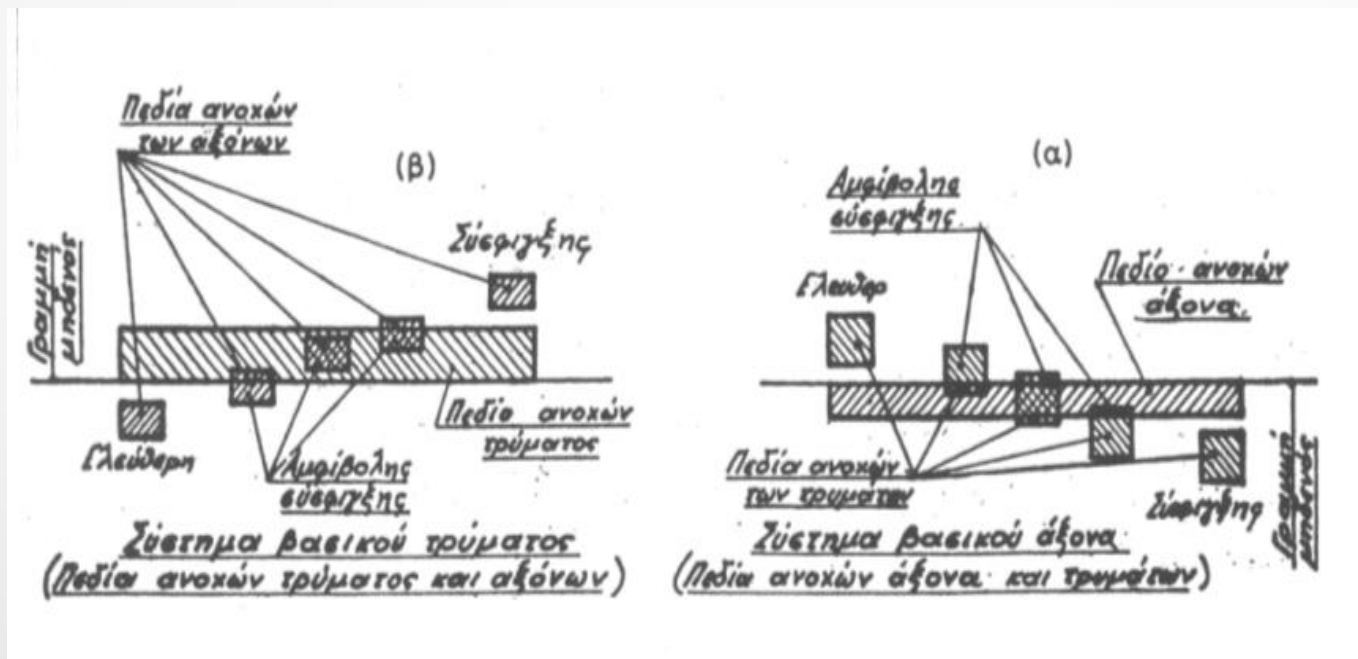
Καταχώριση συναρμογής (1/2)



Καταχώριση συναρμογής(2/2)



Συναρμογές Βασικού Άξονα/Τρήματος (1/2)



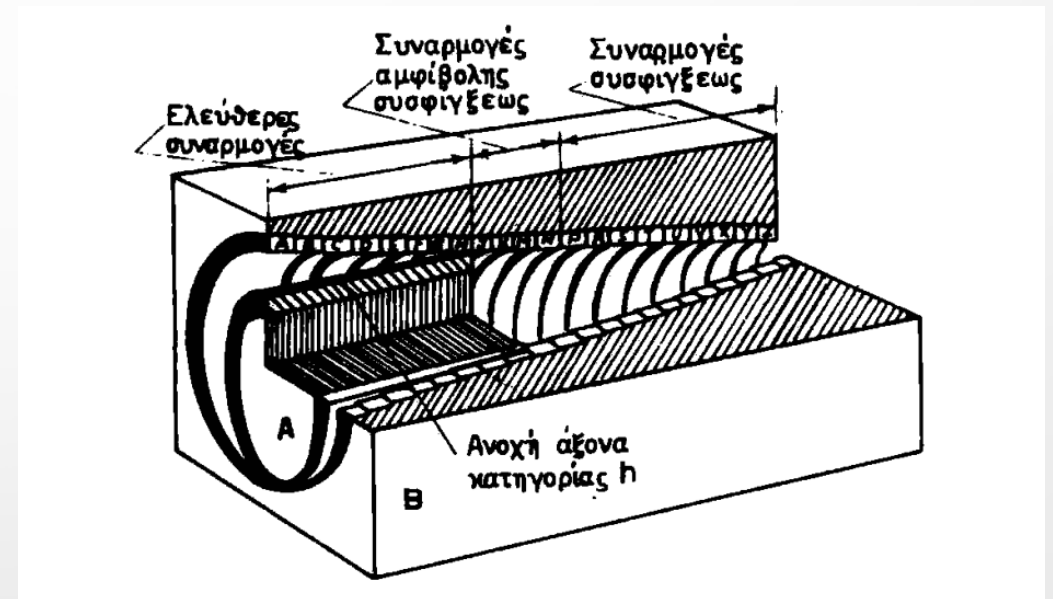
Συναρμογές Βασικού Άξονα/Τρήματος (2/2)

- H & h
- Βασική απόκλιση μηδενική
 - στα τρήματα κατηγορίας H η ελάχιστη διάσταση ισούται προς την ονομαστική, άρα το κάτω όριο του πεδίου ανοχής ακουμπά στη γραμμή του μηδενός.
 - στους άξονες κατηγορίας h η μέγιστη διάσταση ισούται προς την ονομαστική, άρα το άνω όριο του πεδίου ανοχής ακουμπά στη γραμμή του μηδενός.
- Συναρμογή βασικού άξονα σε άξονες σταθερής διατομής
- Συναρμογή βασικού τρήματος σε άξονες μεταβλητής διαμέτρου
- Για πρακτικούς λόγους, που σχετίζονται με τον ποιοτικό έλεγχο, σε όλες σχεδόν, τις χρησιμοποιούμενες στη βιομηχανική παραγωγή συναρμογές, το ένα εκ των δύο συνεργαζομένων στοιχείων είναι κατηγορίας H ή h.

Χαρακτήρας συναρμογής h

Τυπικές συναρμογές βασικού άξονα

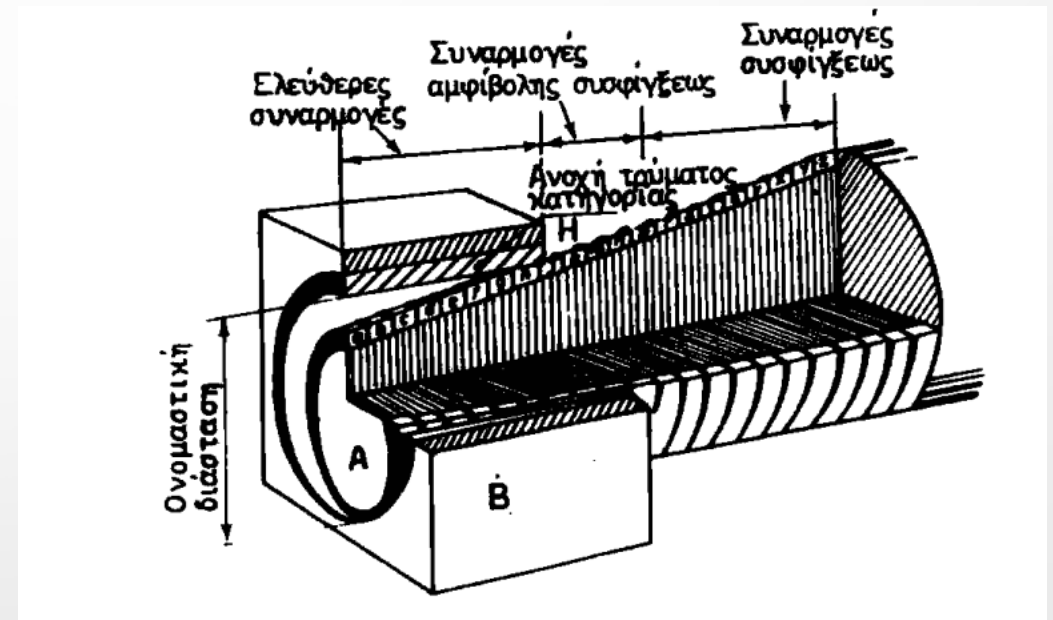
- Τρήμα: C11, D9, F8, G7, H7, K7, N7, P7, S7, U7
- Άξονας: h6, h7, h9, h11



Χαρακτήρας συναρμογής H

Τυπικές συναρμογές βασικού τμήματος

- Τρήμα: H7, H8, H9, H11
- Άξονας: c11, d9, f7, g6, h6, k6, n6, p6, s6, u6



Διαστάσεις χωρίς ανοχές

- Σε περίπτωση που δεν καθορίζονται ρητά οι ανοχές ισχύουν οι γενικές ανοχές όπως ορίζονται από το ISO 2768-1.
- Εξαρτώνται από την ονομαστική διάσταση και την κλάση.
- Αφορούν αποστάσεις και εσωτερικές και εξωτερικές διαμέτρους
- Τοποθετούνται στο υπόμνημα του σχεδίου

Γενικές ανοχές - Γραμμικές διαστάσεις

Tolerance class		Permissible deviations for basic size range							
Designation	Description	0.5 ¹ up to 3	over 3 up to 6	over 6 up to 30	over 30 up to 120	over 120 up to 400	over 400 up to 1000	over 1000 up to 2000	over 2000 up to 4000
f	fine	± 0.05	± 0.05	± 0.1	± 0.15	± 0.2	± 0.3	± 0.5	-
m	medium	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2
c	coarse	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2	± 3	± 4
v	very coarse	-	± 0.5	± 1	± 1.5	± 2.5	± 4	± 6	± 8

1. For nominal sizes below 0,5 mm, the deviations shall be indicated adjacent to the relevant nominal size(s).

Γενικές ανοχές - Γωνίες

TABLE 6-33 GENERAL TOLERANCE - ANGLES (ISO 2768-1)

Tolerance class		Permissible deviations for ranges of lengths, in millimeters, of the shorter side of the angle concerned				
Description	Designation	up to 10	over 10 up to 50	over 50 up to 120	over 120 up to 400	over 400
f	fine	± 1°	± 0°30'	± 0°20'	± 0°10'	± 0°5'
m	medium					
c	coarse	± 1°30'	± 1°	± 0°30'	± 0°15'	± 0°10'
v	very coarse	± 3°	± 2°	± 1°	± 0°30'	± 0°20'

Γενικές ανοχές – Ράδια & λοξές κοπές

Tolerance class		Permissible deviations for basic size range		
Description	Designation	0.5 ¹ up to 3	over 3 up to 6	over 6
f	fine	± 0.2	± 0.5	± 1
m	medium			
c	coarse	± 0.4	± 1	± 2
v	very coarse			

NOTE: 1. For nominal sizes below 0.5 mm, the deviations shall be indicated adjacent to the relevant nominal size(s).