

SISTEMAS de AJUSTES y TOLERANCIAS

Conceptos Fundamentales

En la actualidad, las crecientes necesidades de intercambiabilidad y producción de grandes volúmenes imponen un análisis cuidadoso para lograr la eliminación de problemas de ensamble.-

Cuando se fabrica una pieza no es posible fijarse la obtención de una dimensión exacta. Es, por consiguiente, necesario establecer dos medidas dentro de las cuales puede estar comprendida la dimensión obtenida.-

Estas medidas reciben el nombre de dimensiones límites, la dimensión máxima ($D_{m\acute{a}x}$), es el límite superior, y el límite inferior, es la dimensión mínima ($D_{m\acute{i}n}$).-

La cantidad total que le es permitida variar a una dimensión especificada se denomina tolerancia (T), y es la diferencia entre la medida máxima y la mínima.-

Según la dirección en la cual la variación es permitida, y en relación con la dimensión básica, las tolerancias se clasifican en unilaterales y bilaterales.-

La dimensión nominal (D_{nom}), es la cota del dibujo, es decir la medida que se quiere obtener.-

Al ensamblar piezas hay un ajuste, el cual es la cantidad de juego o interferencia resultante de tal ensamble.-

Por ajuste se entiende la relación de dependencia existente entre dos piezas en lo que respecta a juego o interferencia.-

Los ajustes pueden clasificarse como:

- Con juego
- Indeterminado
- Con interferencia

Se denomina juego, a la diferencia entre los diámetros del agujero y el eje. Existe juego cuando el diámetro del agujero es mayor que el diámetro del eje; puede decirse también cuando la diferencia es positiva.-

Se denomina interferencia o aprieto, a la diferencia entre los diámetros del agujero y el eje. Existe aprieto cuando el diámetro del eje es mayor que el del agujero; puede decirse también cuando la diferencia es negativa.-

Construyendo los ejes y agujeros dentro del sistema de dimensiones límites, existen posibilidad para los juegos y aprietos que se presente los valores máximos o mínimos en cada caso.-

Se denomina juego máximo a la diferencia entre la dimensión máxima del agujero y la mínima del eje.-

$$J_{m\acute{a}x} = D_{m\acute{a}x}(a) - D_{m\acute{i}n}(e)$$

Se denomina juego mínimo a la diferencia entre la dimensión mínima del agujero y la máxima del eje.-

$$J_{m\acute{i}n} = D_{m\acute{i}n}(a) - D_{m\acute{a}x}(e)$$

Se denomina aprieto máximo a la diferencia entre la dimensión mínima del agujero y la máxima del eje.-

$$A_{m\acute{a}x} = D_{m\acute{i}n}(a) - D_{m\acute{a}x}(e)$$

Se denomina aprieto mínimo a la diferencia entre la dimensión máxima del agujero y la mínima del eje.-

$$Amín = Dmáx(a) - Dmín(e)$$

Sistemas de Ajustes

En la ejecución de piezas mecánicas que tienen que ajustarse una con la otra, debe tenerse en cuenta los siguientes conceptos:

- Dimensión nominal
- Tolerancia
- Juego o Interferencia

Se designa con la denominación de sistemas de ajustes a una serie de asientos con juego o aprieto, que responden a un determinado ordenamiento.-

Cuando se trata de la fabricación de ejes y agujeros, los cuales deber girar con mayor o menor facilidad, o bien permanecer fijos respondiendo a mayor o menor aprieto, puede resolverse el problema con dos sistemas de ajuste; dicho sistemas nacen del hecho de considerar cuál de los dos elementos del par de piezas a fabricar pueden asumir la característica de normal o básico, y cuál permanece como elemento variable.-

Sistema de Agujero Unico - SAU

Tiene la característica de que el agujero se construye de una dimensión uniforme, siendo común para todos los asientos de igual calidad; y los ejes en cambio, se construyen permitiendo la variación de la tolerancia de ajuste de modo de obtener el juego o la interferencia.-

Para este sistema de ajuste, la medida nominal constituye la dimensión mínima, es decir la medida límite inferior del agujero.-

Sistema de Eje Unico - SEU

Tiene la característica de que el eje es el que se mantiene a un diámetro constante, variando el diámetro del agujero para obtener el ajuste deseado.-

En este caso, la medida nominal constituye la dimensión máxima, es decir la medida límite superior del eje.-

En estos dos sistemas, la línea que corresponde a la medida nominal, se denomina también línea de cero.-

Como conclusión, podemos señalar que la dimensión nominal que constituye también la cota del dibujo, fija siempre la línea de cero e identifica el sistema según corresponda a eje o agujero único.-

Grados de Calidad

En este sistema de ajuste, los grados de calidad admitidos son los siguientes:

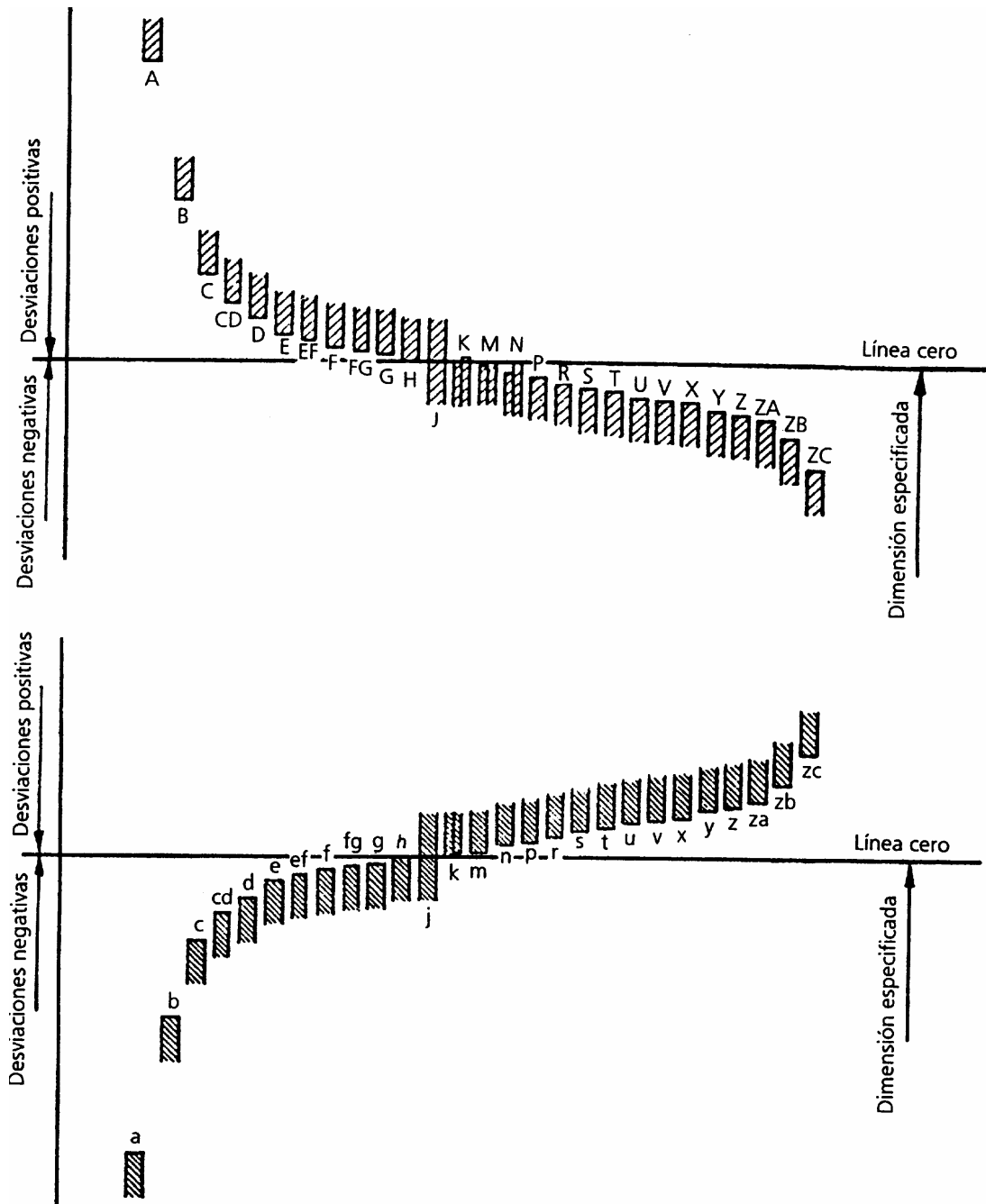
- Calidad Perfecta
- Calidad Precisa
- Calidad Ordinaria
- Calidad Basta

Sistema de Ajuste Internacional ISO

En el sistema ISO se utilizan letras mayúsculas para características internas y minúsculas para características externas, que indican la posición de la zona de tolerancia con respecto a la línea de cero.-

Los números que le siguen a las letras se conocen como grados de tolerancia y son grupos de tolerancias correspondientes al mismo nivel de exactitud. Para todas las dimensiones especificadas existen 18 grados diferentes que son el 01 y del 0 al 16; el de mayor exactitud es el 01 y el de menor el 16.-

La tolerancia también depende de la dimensión, entre mayor sea la dimensión mayor será la tolerancia. Asimismo, la desviación mostrada en la siguiente figura depende de la dimensión (línea de cero).-



Los valores de algunas de las tolerancias más comunes se encuentran en la siguiente tabla, donde en el primer renglón se muestran diferentes dimensiones, y en la primera columna se indican diferentes tolerancias normalizadas.-

Los valores son en micrómetros, es decir 0.001 mm, a una temperatura de referencia de 20°C.-

	≤ 3	>3-6	>6-10	>10-18	>18-30	>30-50	>50-80	>80-120	>120-180	>180-250	>250- 315	>315-400
H6	+6 0	+8 0	+9 0	+11 0	+13 0	+16 0	+19 0	+22 0	+25 0	+29 0	+32 0	+36 0
H7	+10 0	+12 0	+15 0	+18 0	+21 0	+25 0	+30 0	+35 0	+40 0	+46 0	+52 0	+57 0
H8	+14 0	+18 0	+22 0	+27 0	+33 0	+39 0	+46 0	+54 0	+63 0	+72 0	+81 0	+89 0
H9	+25 0	+30 0	+36 0	+43 0	+52 0	+62 0	+74 0	+87 0	+100 0	+115 0	+130 0	+140 0
H11	+60 0	+75 0	+90 0	+110 0	+130 0	+160 0	+190 0	+220 0	+250 0	+290 0	+320 0	+360 0
g5	-2 -6	-4 -9	-5 -11	-6 -14	-7 -16	-9 -20	-10 -23	-12 -27	-14 -32	-15 -35	-17 -40	-18 -43
h5	0 -4	0 -5	0 -6	0 -8	0 -9	0 -11	0 -13	0 -15	0 -18	0 -20	0 -23	0 -25
j5	+2 -2	+2.5 -2.5	+3 -3	+4 -4	+4.5 -4.5	+5.5 -5.5	+6.5 -6.5	+7.5 -7.5	+9 -9	+10 -10	+11.5 -11.5	+12.5 -12.5
k5	+4 0	+6 +1	+7 +1	+9 +1	+11 +2	+13 +2	+15 +2	+18 +3	+21 +3	+24 +4	+27 +4	+29 +4
f6	-6 -12	-10 -18	-13 -22	-16 -27	-20 -33	-25 -41	-30 -49	-36 -58	-43 -68	-50 -79	-56 -88	-62 -98
g6	-2 -8	-4 -12	-5 -14	-6 -17	-7 -20	-9 -25	-10 -29	-12 -34	-14 -39	-15 -44	-17 -49	-18 -54
h6	0 -6	0 -8	0 -9	0 -11	0 -13	0 -16	0 -19	0 -22	0 -25	0 -29	0 -32	0 -36
j6	+3 -3	+4 -4	+4.5 -4.5	+5.5 -5.5	+6.5 -6.5	+8 -8	+9.5 -9.5	+11 -11	+12.5 -12.5	+14.5 -14.5	+16 -16	+18 -18
m6	+8 +2	+12 +4	+15 +6	+18 +7	+21 +8	+25 +9	+30 +11	+35 +13	+40 +15	+46 +17	+52 +20	+57 +21
p6	+12 +6	+20 +12	+20 +15	+29 +18	+35 +22	+42 +26	+51 +32	+59 +37	+68 +43	+79 +50	+88 +56	+98 +62
e7	-14 -24	-20 -32	-25 -40	-32 -50	-40 -61	-50 -75	-60 -90	-72 -102	-85 -125	-100 -145	-110 -162	-125 -182
f7	-6 -16	-10 -22	-13 -28	-16 -34	-20 -41	-25 -50	-30 -60	-36 -71	-43 -83	-50 -96	-56 -108	-62 -119
h7	0 -10	0 -12	0 -15	0 -18	0 -21	0 -25	0 -30	0 -35	0 -40	0 -46	0 -52	0 -57
e8	-14 -28	-20 -38	-25 -47	-32 -59	-40 -73	-50 -89	-60 -106	-73 -126	-85 -148	-100 -172	-110 -191	-125 -214
d9	-20 -45	-30 -60	-40 -76	-50 -93	-65 -117	-80 -142	-100 -174	-120 -207	-145 -245	-170 -285	-190 -320	-210 -350
e9	-14 -39	-20 -50	-25 -61	-32 -75	-40 -92	-50 -112	-60 -134	-72 -159	-85 -185	-100 -215	-110 -240	-125 -265
d11	-20 -80	-30 -105	-40 -130	-50 -160	-65 -195	-80 -240	-100 -290	-120 -340	-145 -395	-170 -460	-190 -510	-210 -570
h11	0 -60	0 -75	0 -90	0 -110	0 -130	0 -160	0 -190	0 -220	0 -250	0 -290	0 -320	0 -360
j11	+30 -30	+37 -37	+45 -45	+55 -55	+65 -65	+80 -80	+95 -95	+110 -110	+125 -125	+145 -145	+160 -160	+180 -180

Para piezas que van a ensamblarse tal vez sea necesario analizar el juego o la interferencia que se producirá al ensamblarlas; indudablemente habrá un juego a aprieto máximo o un juego o aprieto mínimo, lo que dependerá de las dimensiones reales de las piezas por ensamblar y de las tolerancias asignadas a cada parte.-

Quando los signos en ambos casos son positivos tendremos juego máximo y mínimo, y cuando son negativos tendremos interferencia máxima y mínima. Cuando uno es positivo y el otro negativo tiene un ajuste indeterminado.-

La siguiente tabla muestra los ajustes más comúnmente utilizados en el sistema ISO.-

AJUSTE PRINCIPALES		H6	H7	H8	H9	H11	
Juego Grande	Ensamblados cuyo funcionamiento requiere juego amplio por Dilataciones, mala alineación, cojinetes grandes, etc.	c			9	11	
		d			9	11	
Juego Mediano	Piezas que giran o se deslizan con una buena lubricación	e	7	8	9		
		f	6	6-7	7		
Juego Pequeño	Piezas con guía y movimientos de pequeña amplitud	g	5	6			
Ajuste Exacto		h	5	6	7	8	
Aprieto Pequeño	El ensamble se puede hacer a mano, la unión no puede transmitir esfuerzos.	Ensamble a mano	j	5	6		
			k	5			
Aprieto Mediano	Se puede montar y desmontar	Ensamble a mano con maceta	m	6			
			p	6			
Aprieto Grande	Imposible desmontar sin deterioro. La unión puede transmitir esfuerzos	Ensamble a Prensa	s		7		
		Ensamble a Prensa o por dilatación	u		7		
			x		7		

Quando se expresa una tolerancia, se escribe en primer término la dimensión nominal en milímetros, seguida de la expresión representativa del agujero y luego la del eje, en la forma siguiente: $150 H6/m6 -^{+25}_0 / ^{+40}_{+15}$.-