

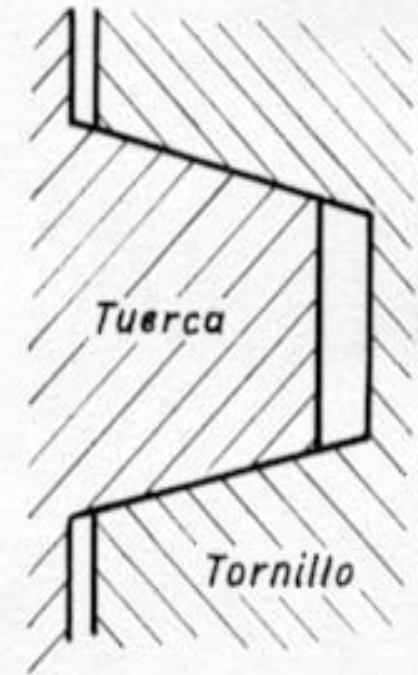
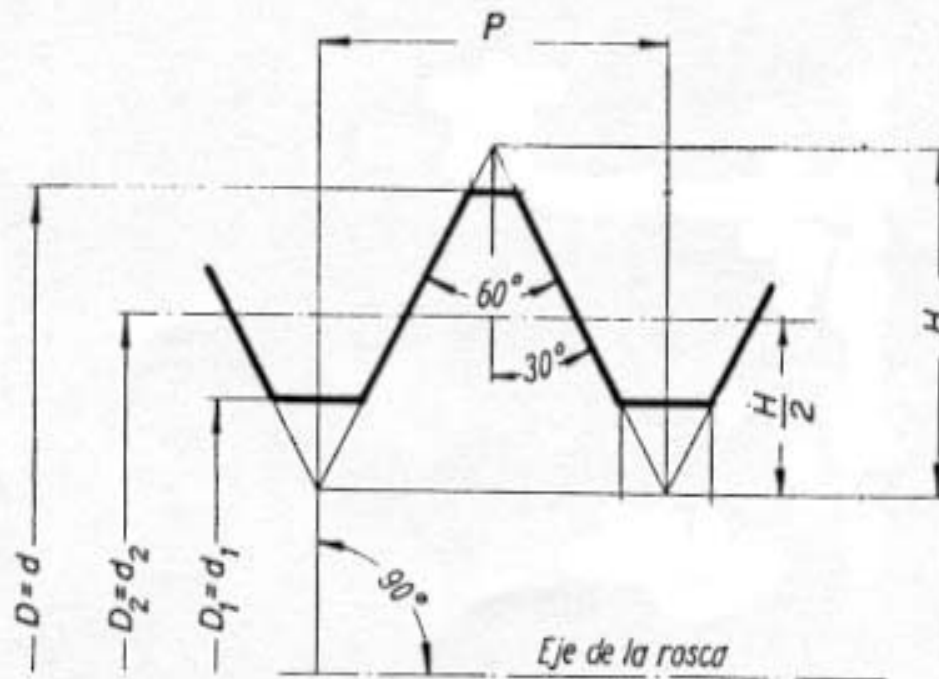
7. Control de roscas

- La superficie roscada es una superficie helicoidal, engendrada por un perfil determinado, cuyo plano contiene el eje y describe una trayectoria helicoidal cilíndrica alrededor de este eje.
- Hay dos tipos de roscas:
 - ROSCAS EXTERIORES (Tornillos)
 - ROSCAS INTERIORES (Tuercas)

7.1. Elementos que definen una rosca

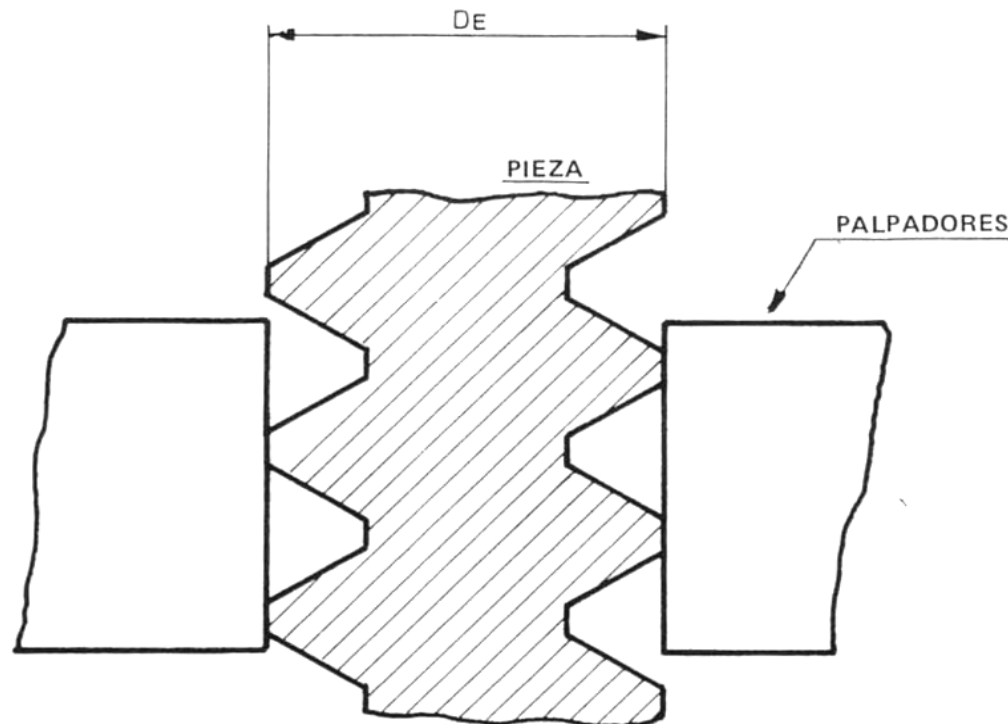
- Diámetro exterior o nominal. (d)
- Diámetro interior o de fondo. (d_1)
- Diámetro de flanco o medio. (d_2)
- Ángulo de flanco. (α)
- Paso. (P)

7.1. Elementos que definen una rosca



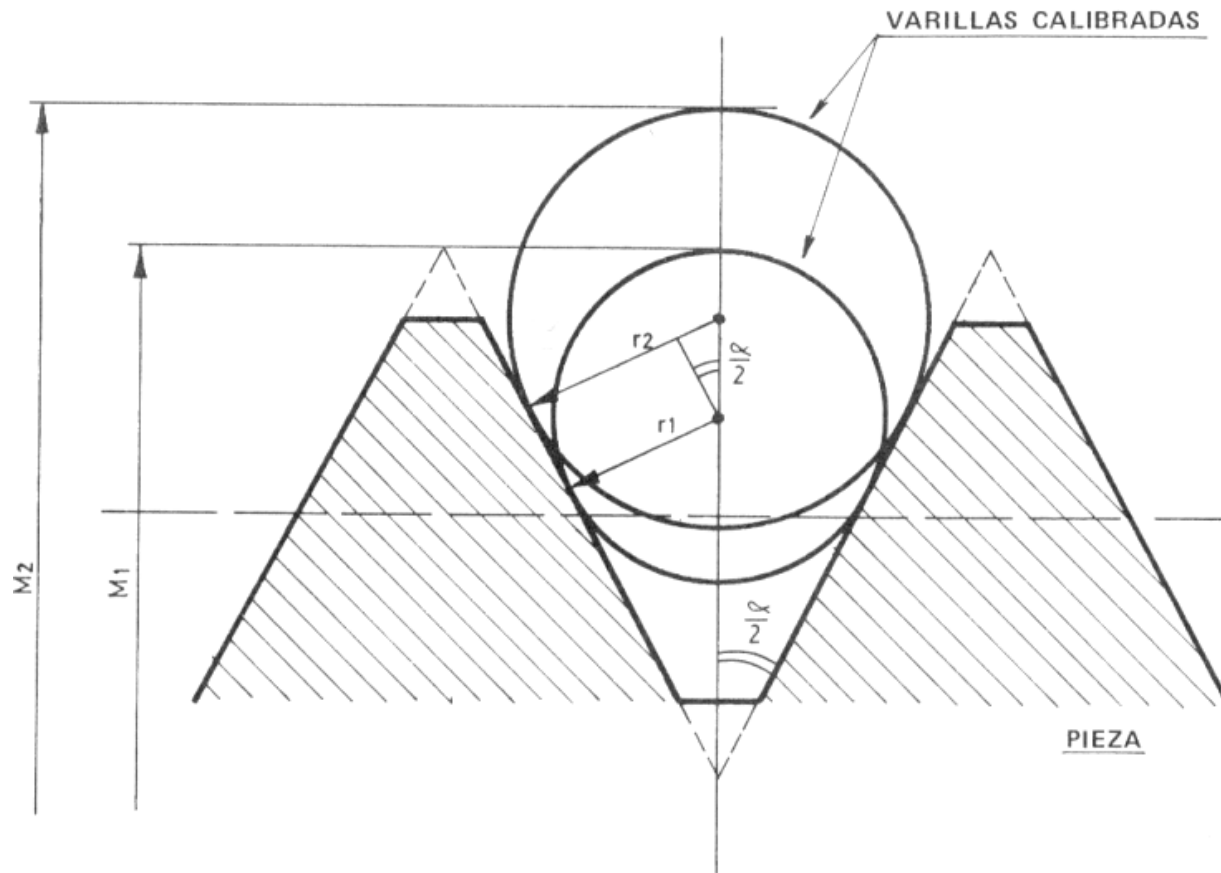
7.2. Control de roscas exteriores:

7.2.1. Medición del diámetro exterior (o nominal)



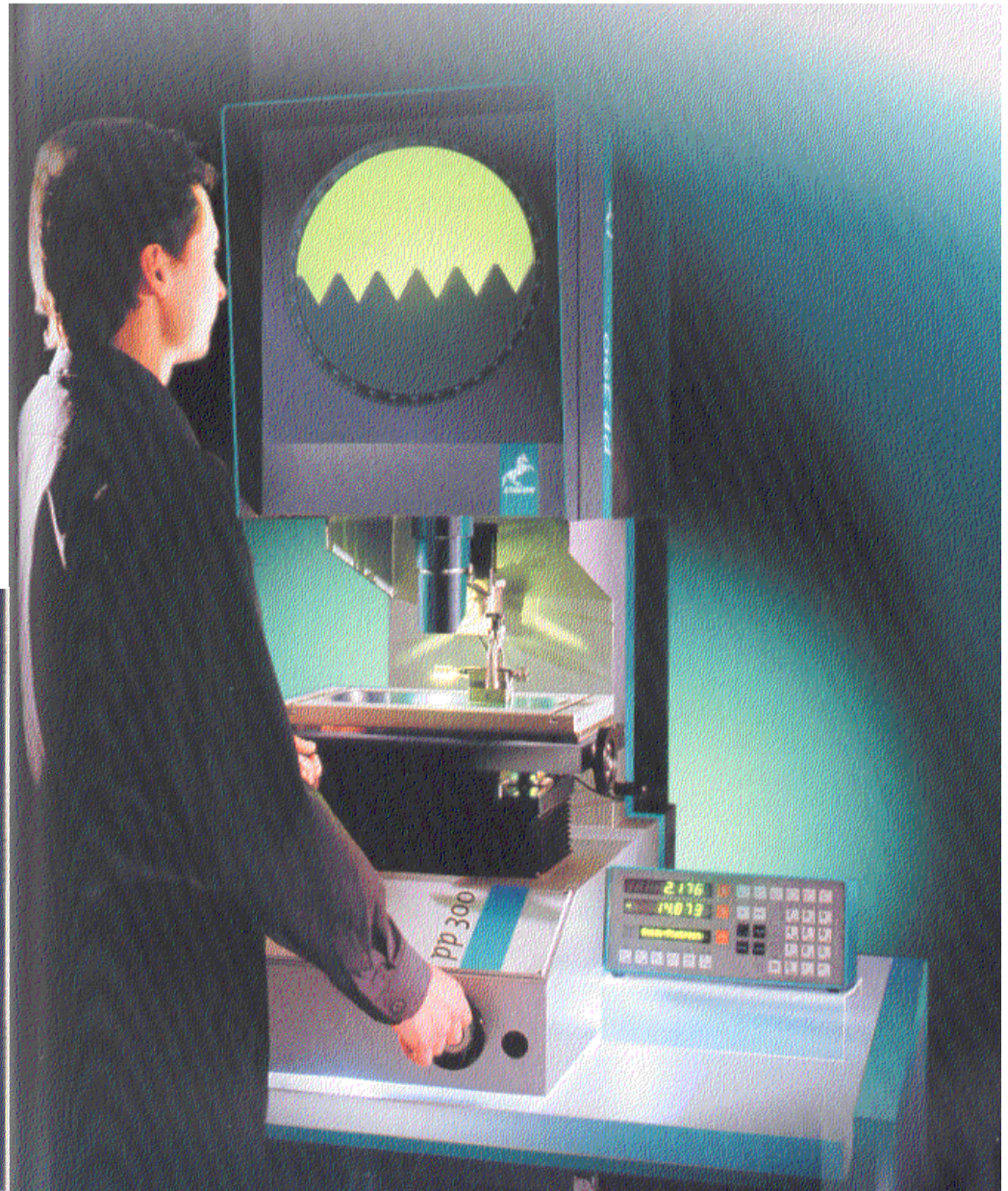
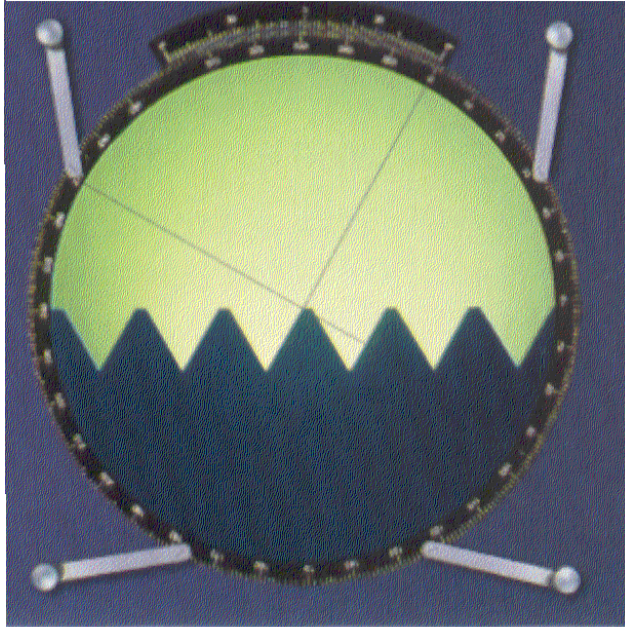
7.2.2. Medición del ángulo

7.2.2.1. Método de las dos varillas.



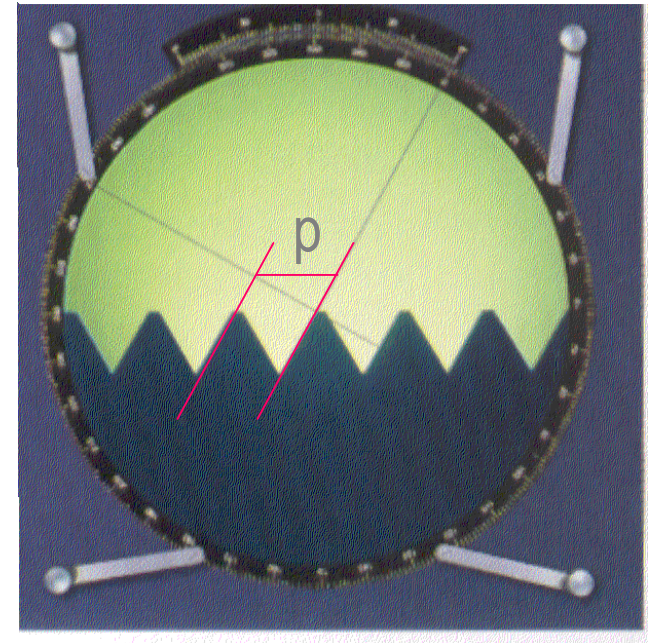
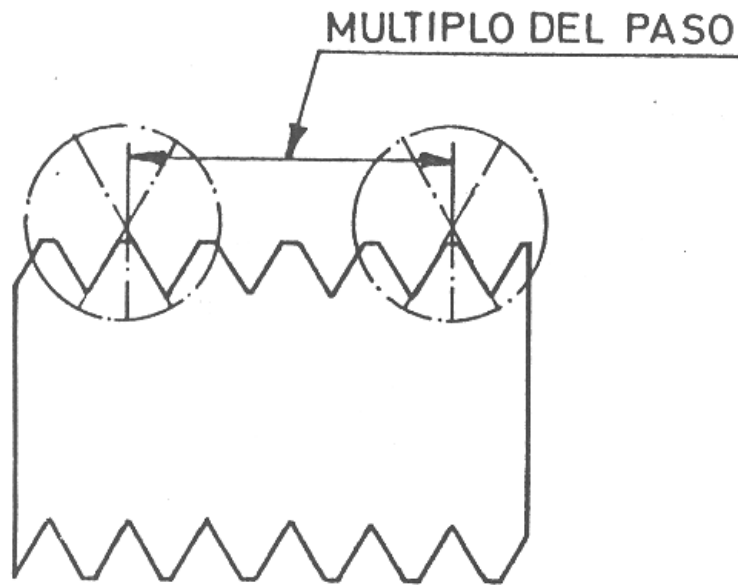
7.2.2. Medición del ángulo:

7.2.2.2. Proyector de perfiles.



7.2.3. Control del paso de rosca.

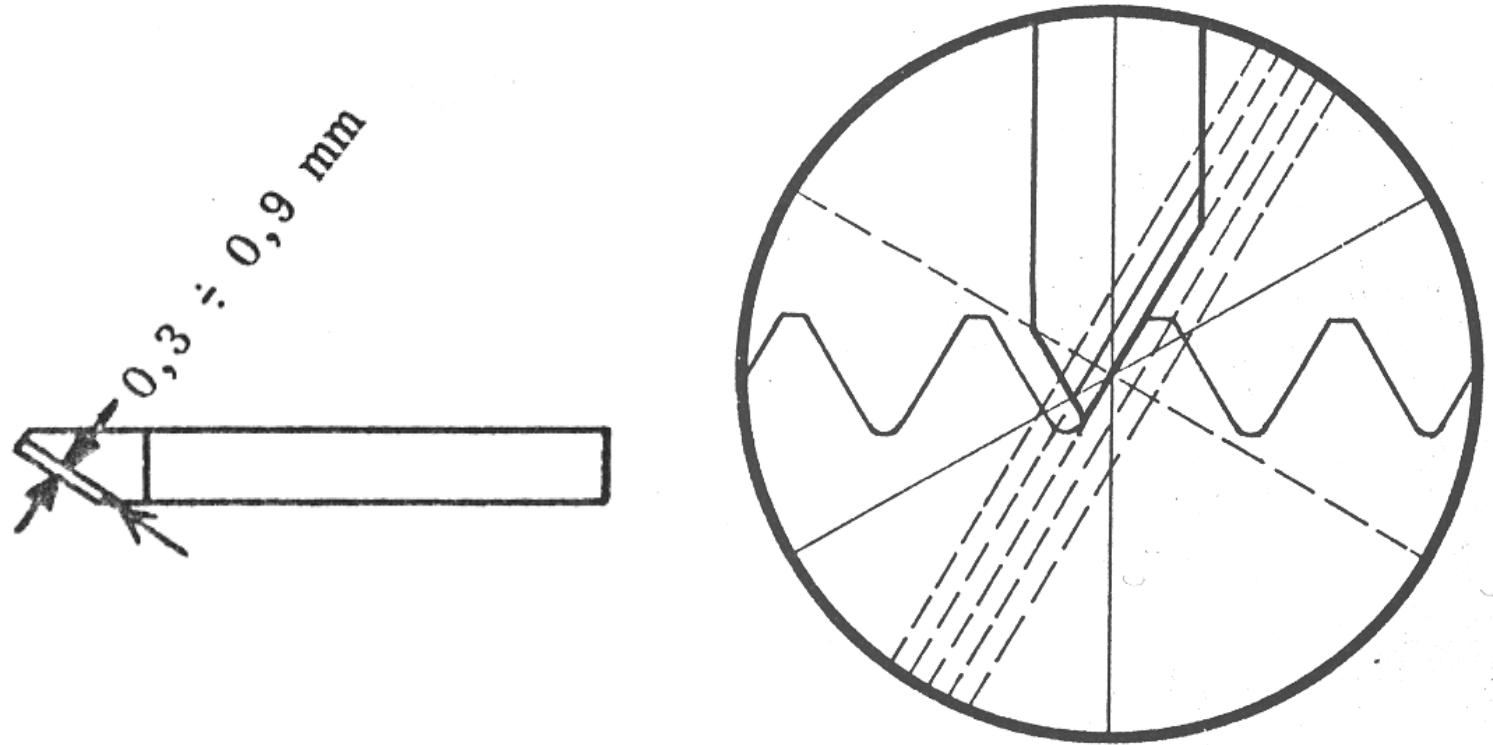
7.2.3.1. Proyector de perfiles.



- La dificultad para la medida del paso de rosca en el proyector de perfiles está en la mala definición de los flancos de la rosca.

7.2.3. Control del paso de rosca.

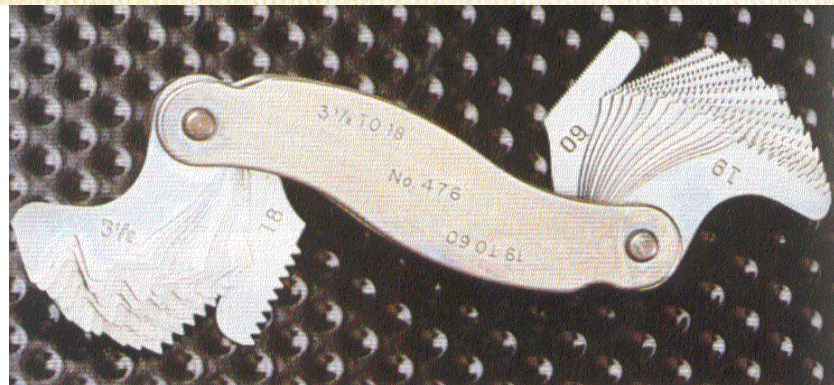
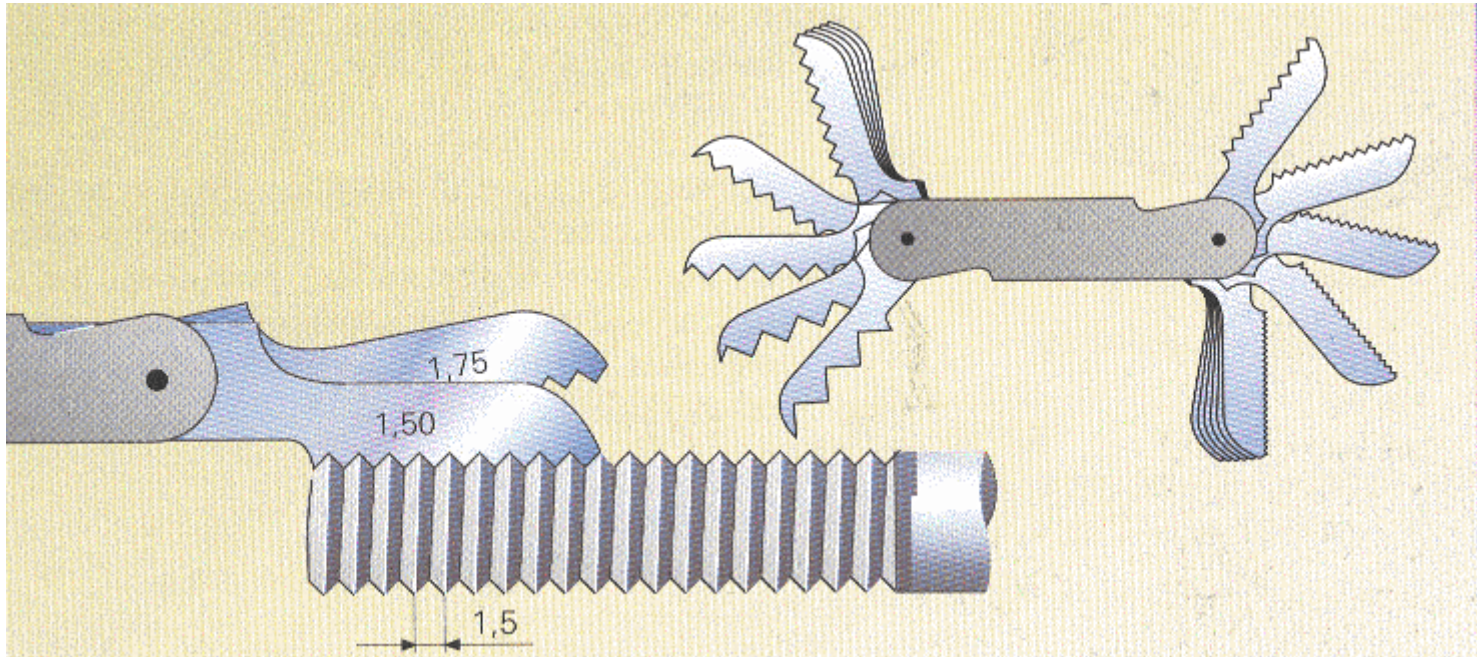
7.2.3.2. Proyector de perfiles.



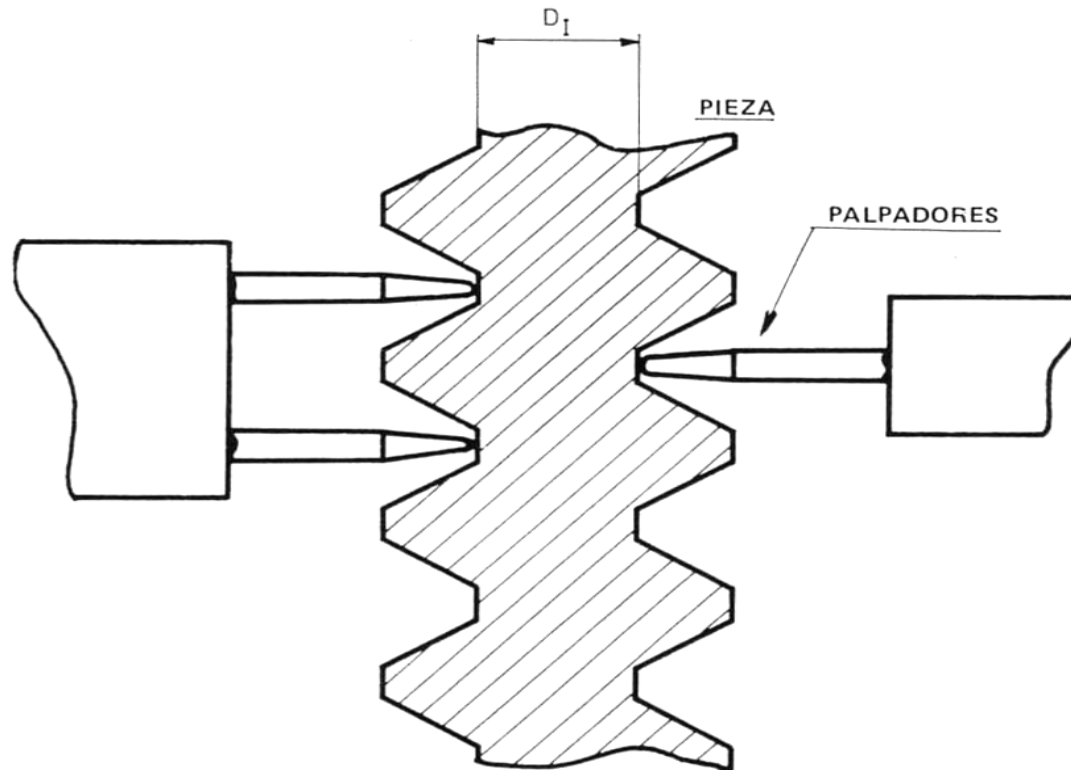
- Para solucionarlo, el retículo del proyector se hace enrasar con la línea de referencia de unas cuchillas biseladas, mejor definida.

7.2.3. Control del paso de rosca.

7.2.3.3. Patrones de perfil de rosca.

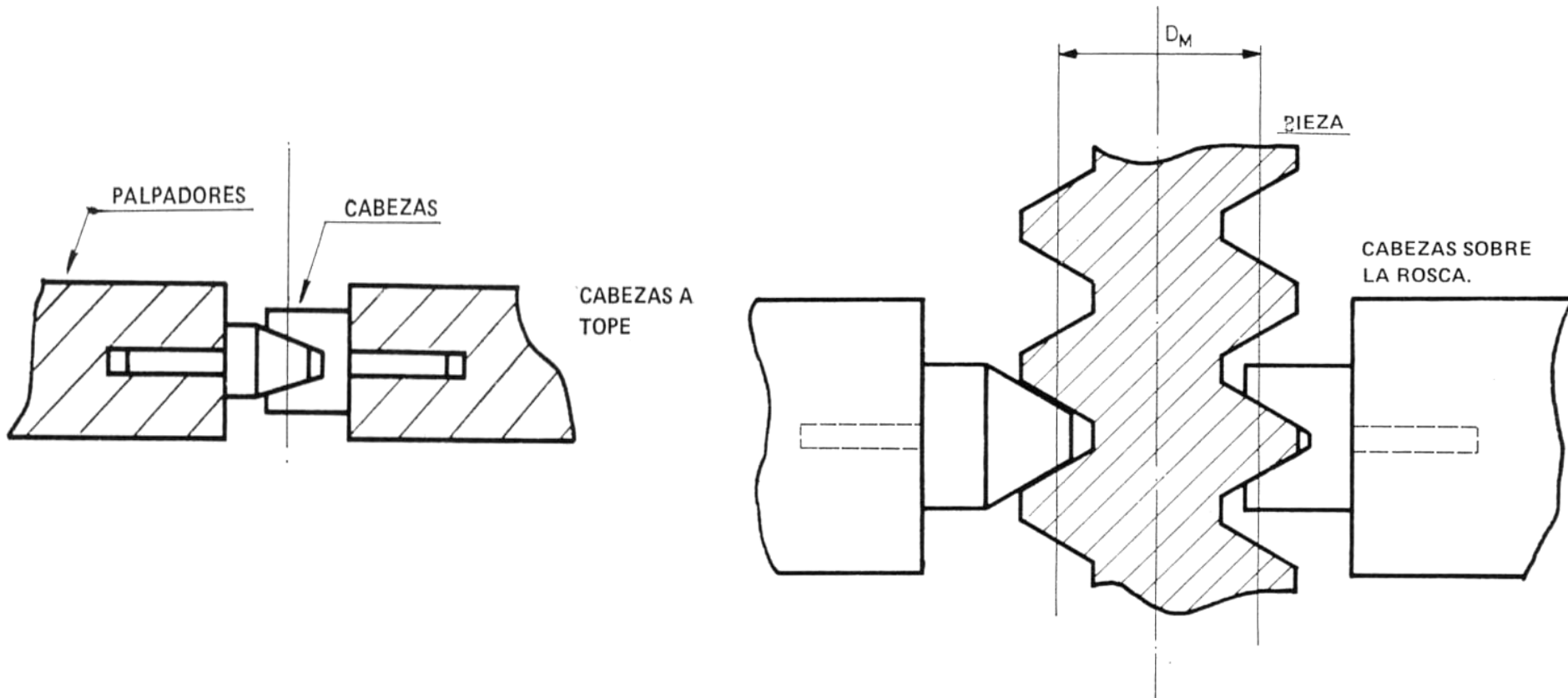


7.2.4. Medición del diámetro interior



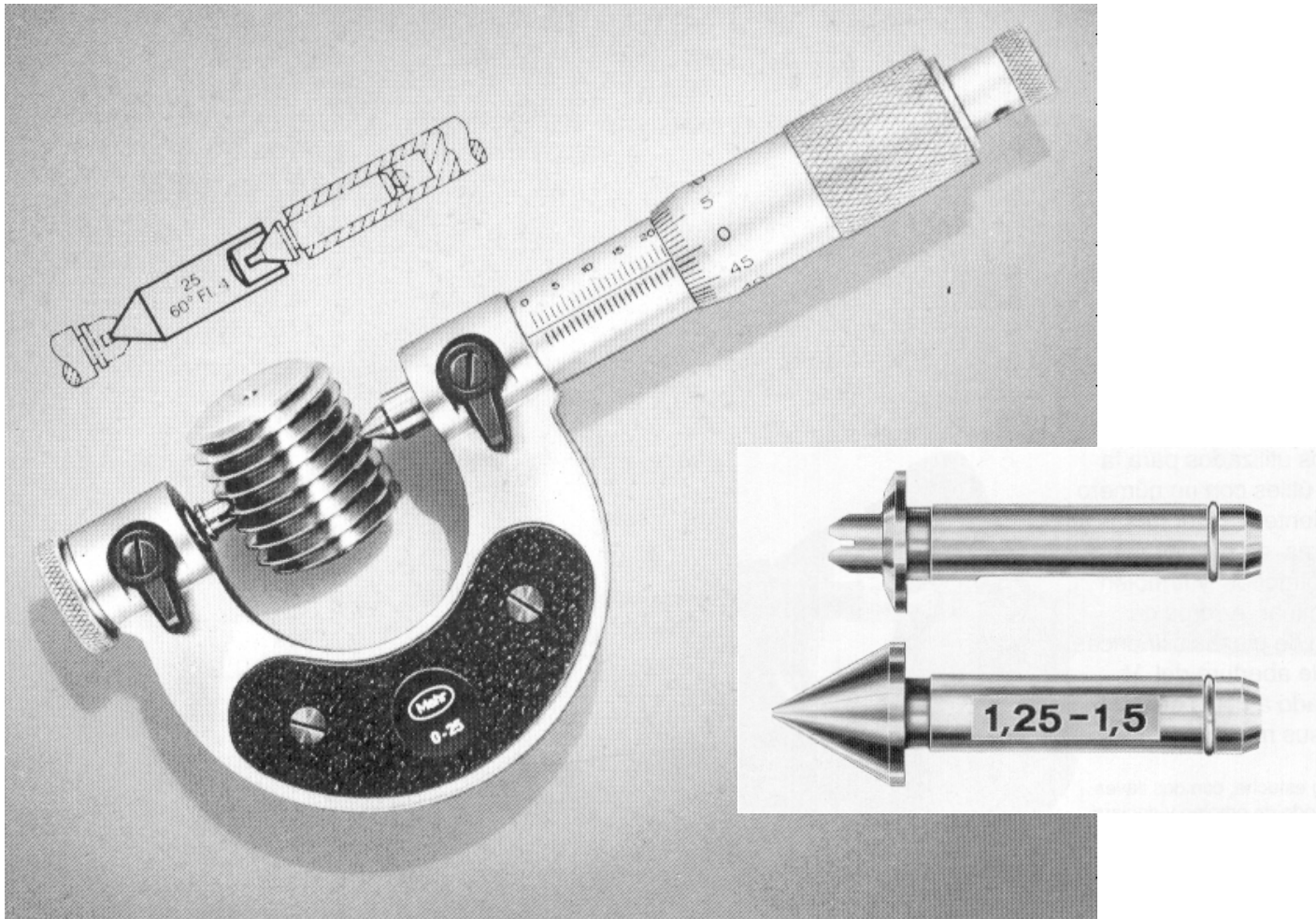
7.2.5. Medición del diámetro medio.

7.2.5.1. Contactos en forma de cono y V



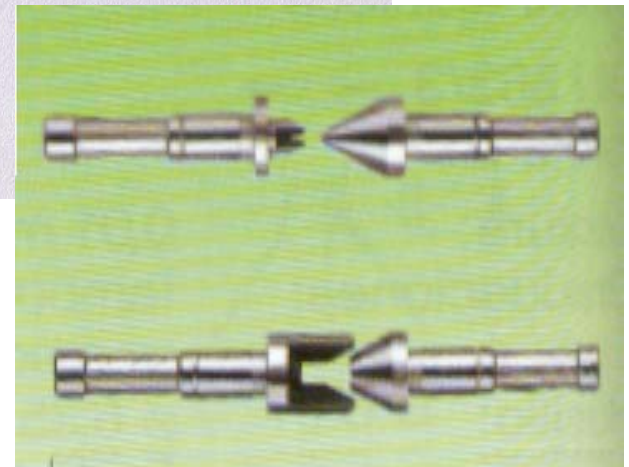
7.2.5. Verificación del diámetro medio.

7.2.5.1. Contactos en forma de cono y V



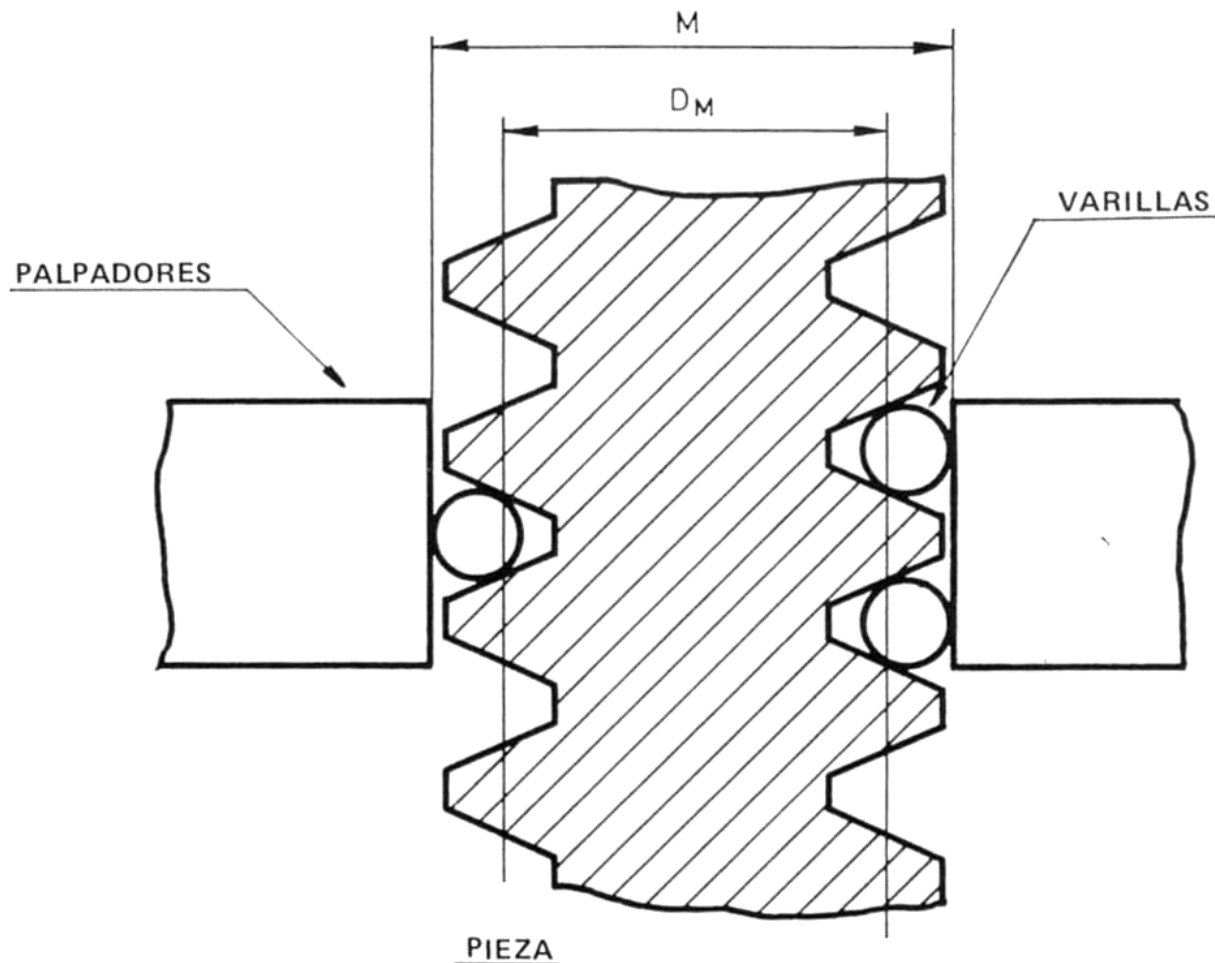
7.2.5. Medición del diámetro medio:

7.2.5.1. Contactos en forma de cono y V



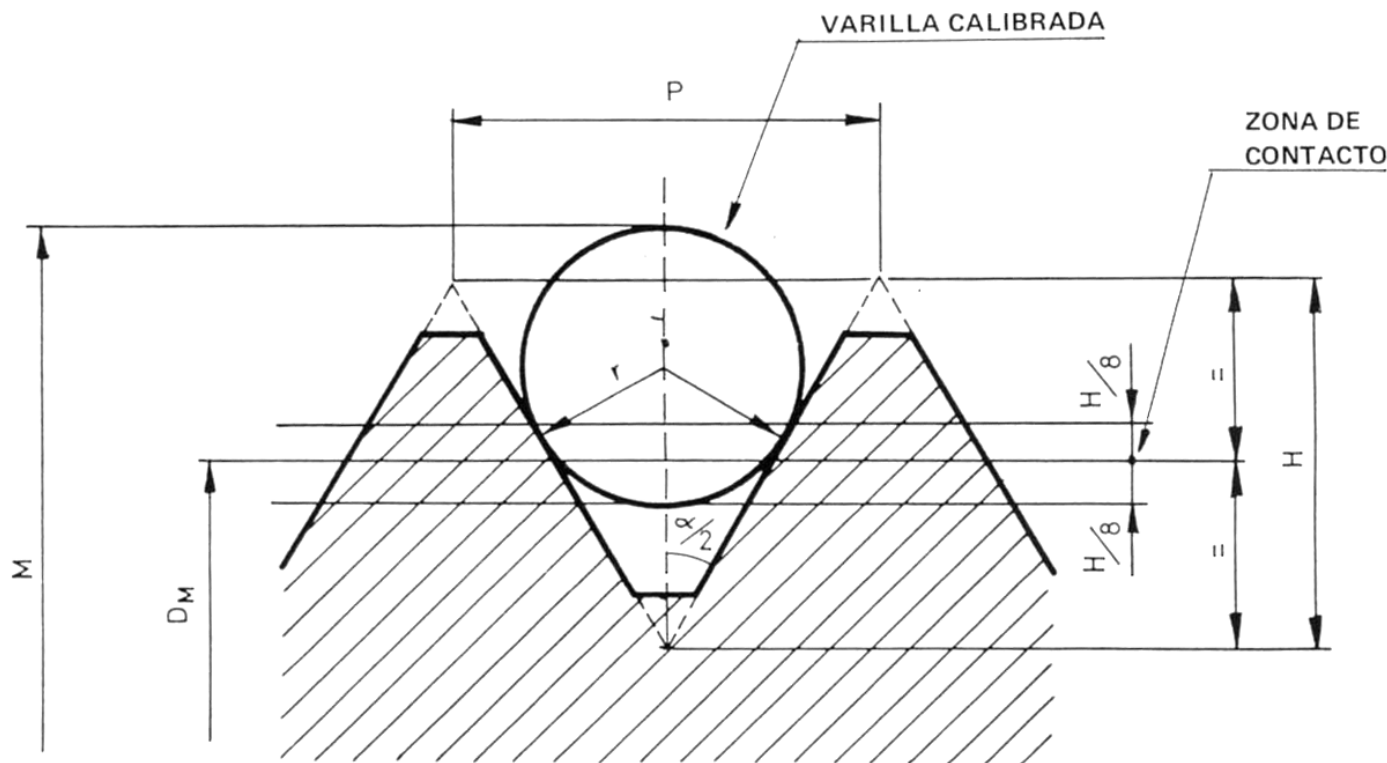
7.2.5. Medición del diámetro medio:

7.2.5.2. Método de las 3 varillas



7.2.5. Medición del diámetro medio.

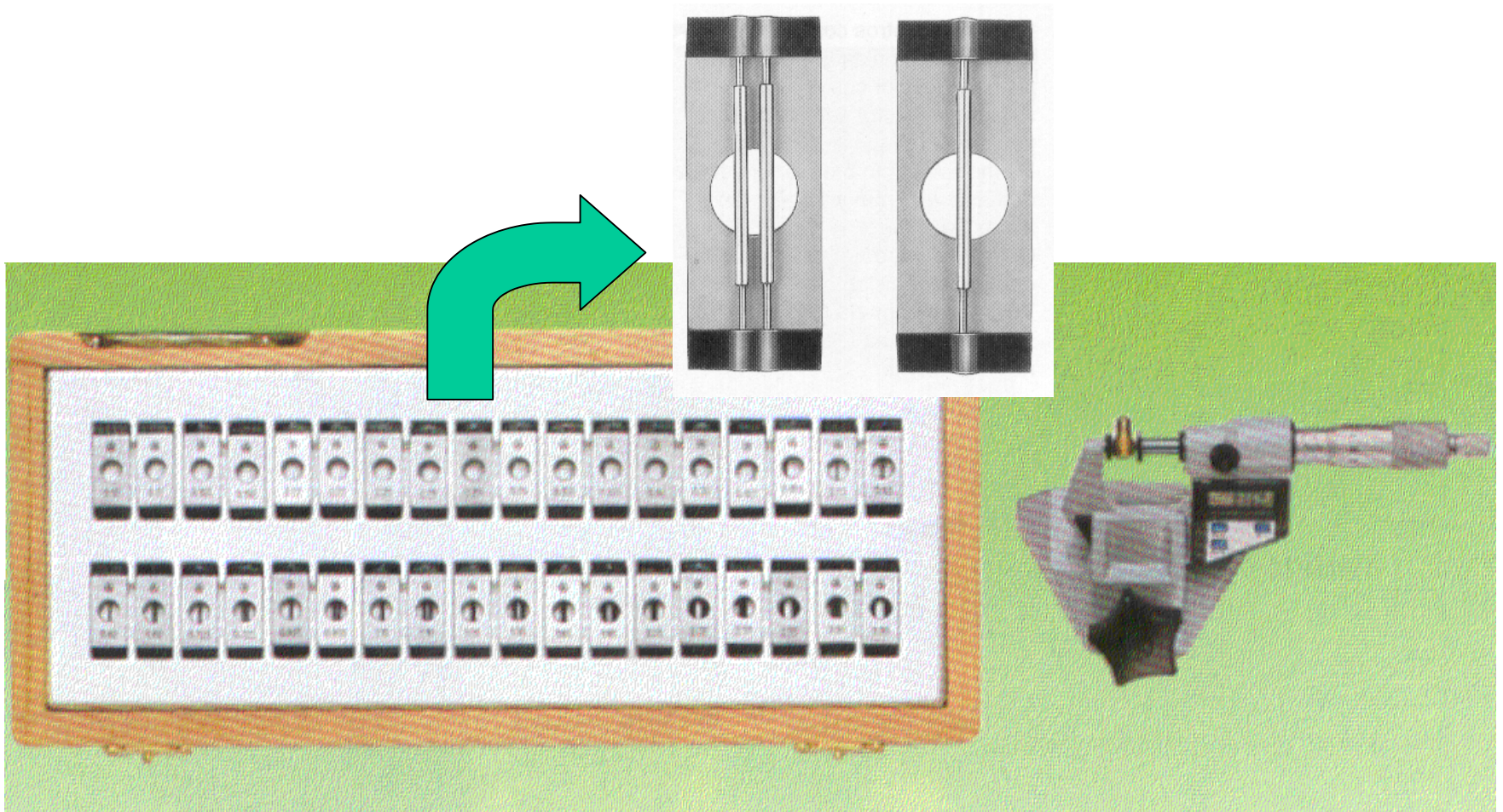
7.2.5.2. Método de las 3 varillas.



$$D_m = M - d \left[1 + \frac{1}{\operatorname{sen} \frac{\alpha}{2}} \right] + \left[\frac{P}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} \right]$$

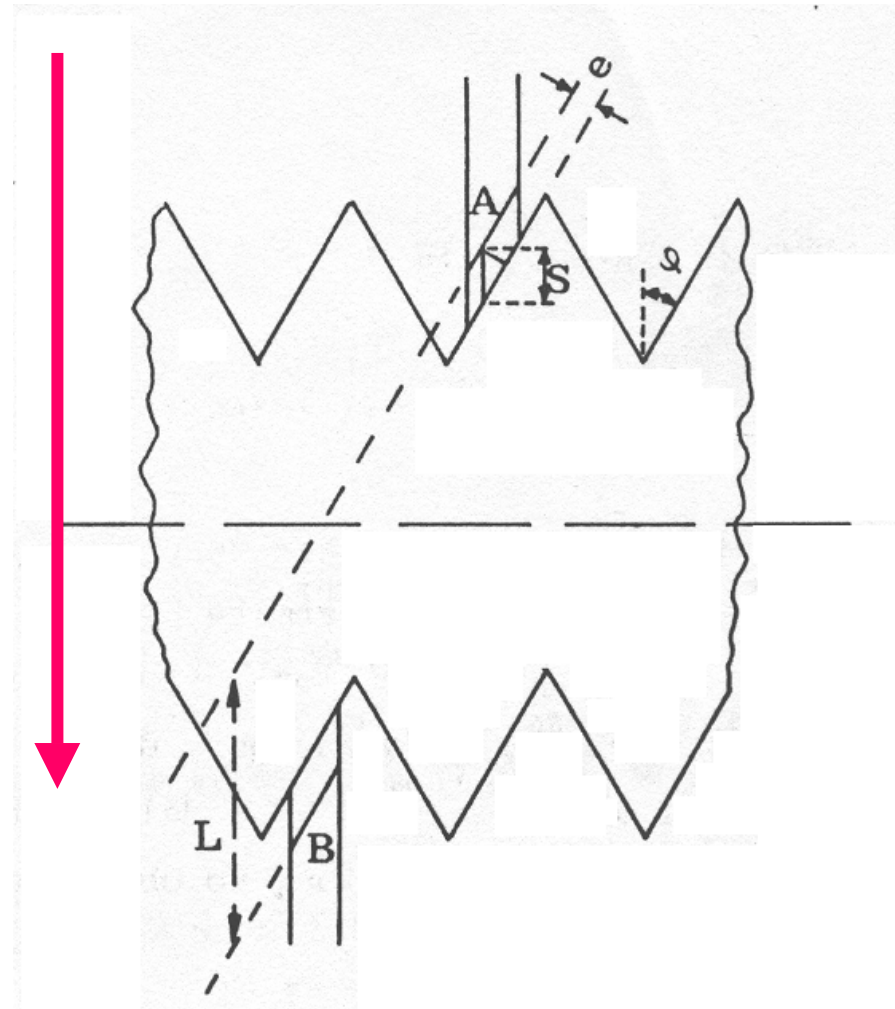
7.2.5. Medición del diámetro medio.

7.2.5.2. Método de las 3 varillas

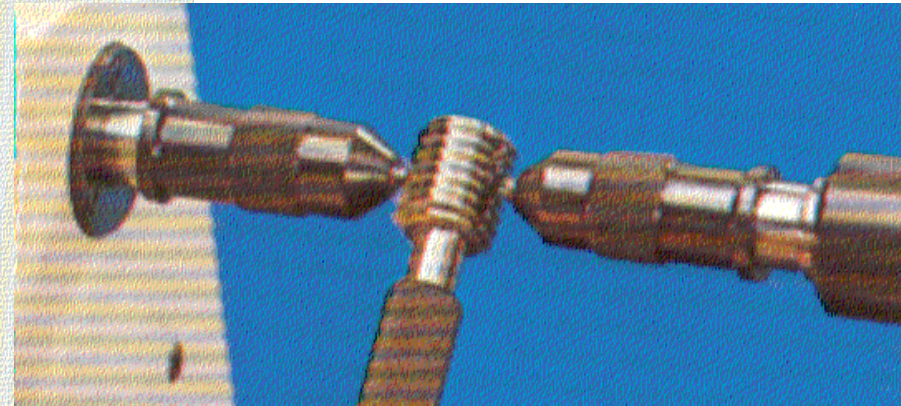
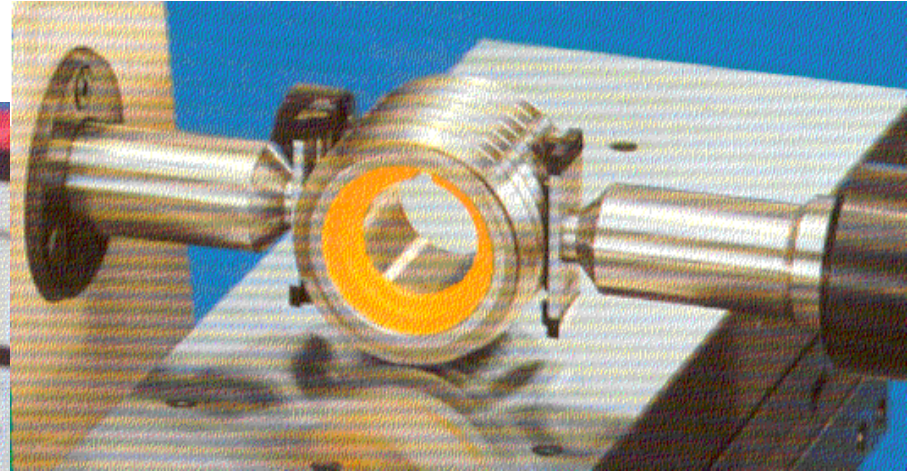
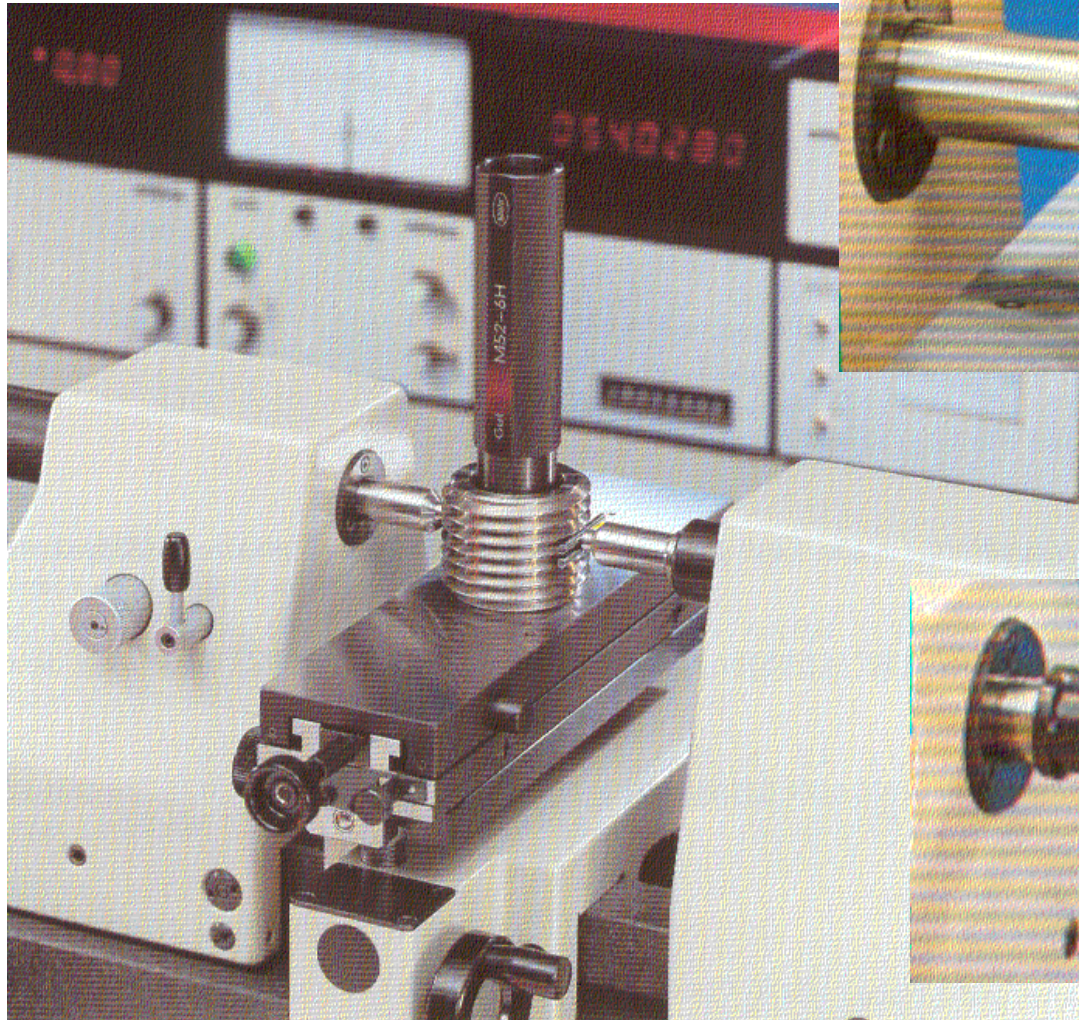


7.2.5. Medición del diámetro medio: 7.2.5.3. Proyector de perfiles

Para la medición del diámetro medio se enrasa el retículo con el trazo “A” y se desplaza la mesa según la dirección de la flecha hasta enrasar con el trazo “B” de la otra cuchilla

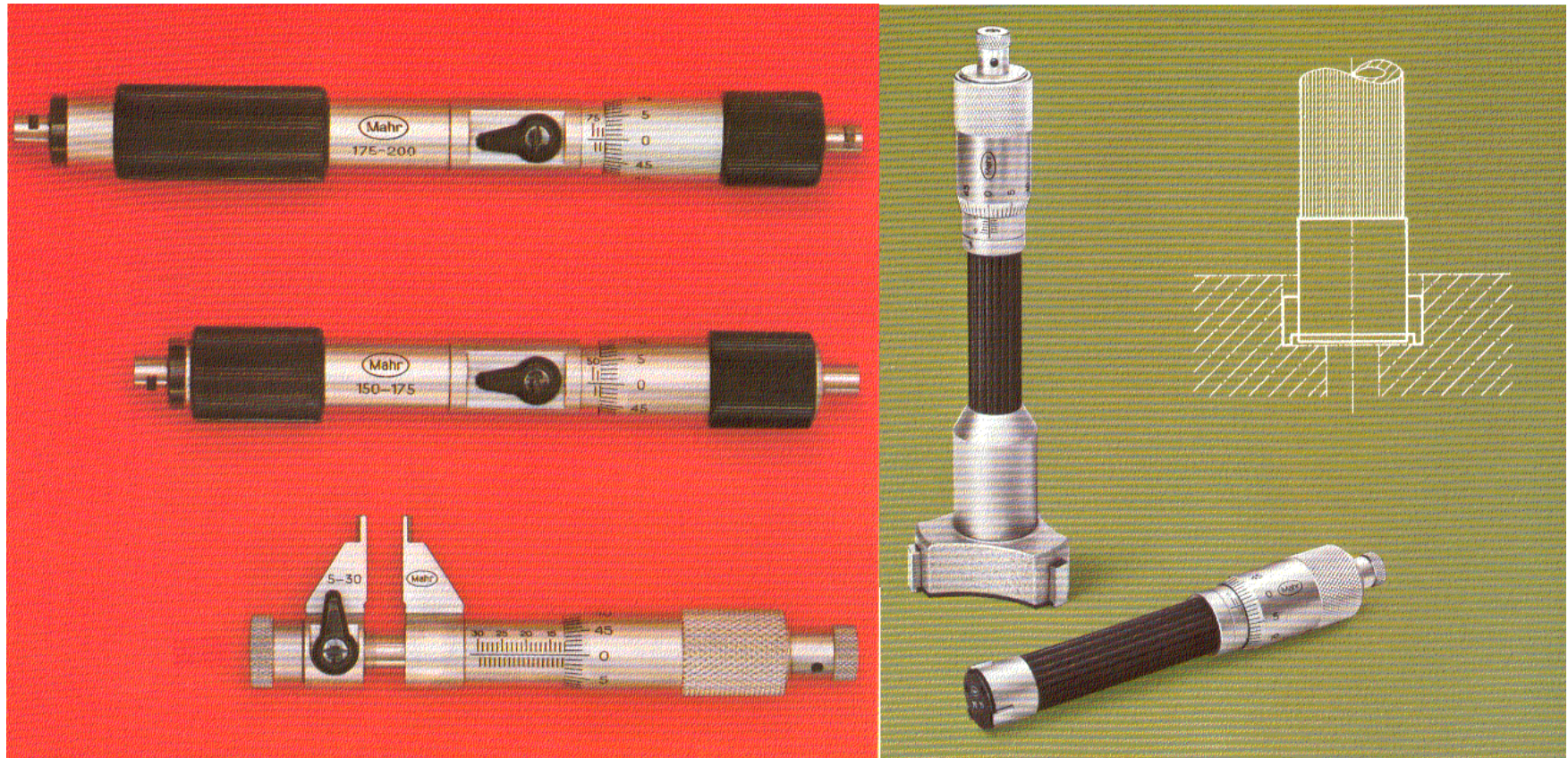


7.2.6. Control completo en la medidora universal



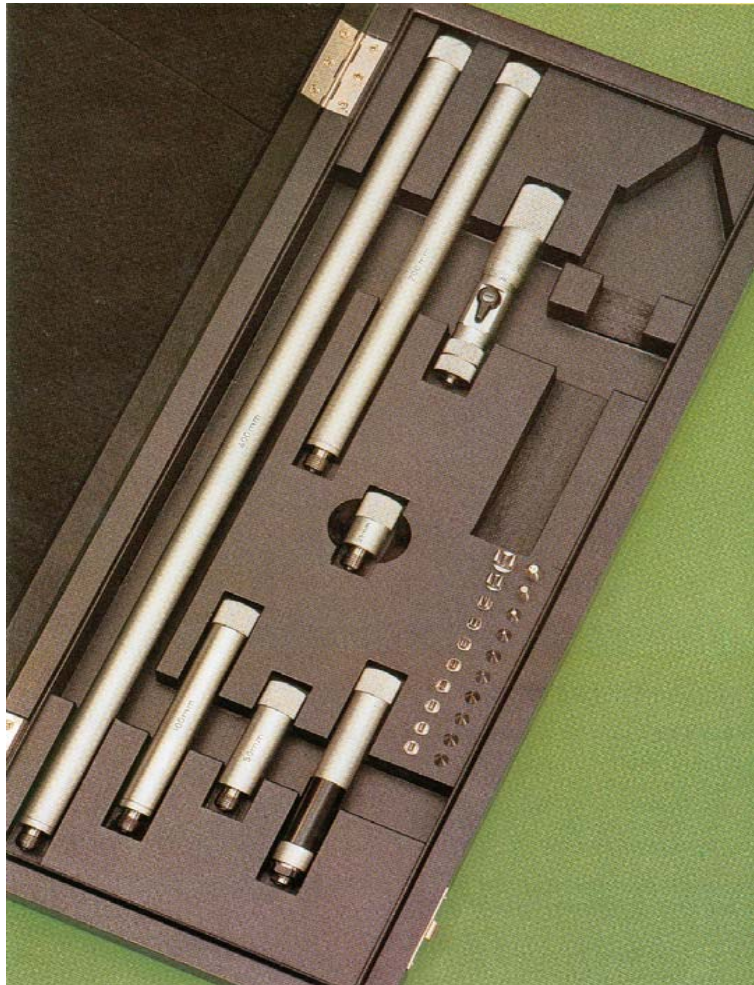
7.3. Control de roscas interiores

7.3.1. Medición del diámetro interior: Micrómetros de interiores



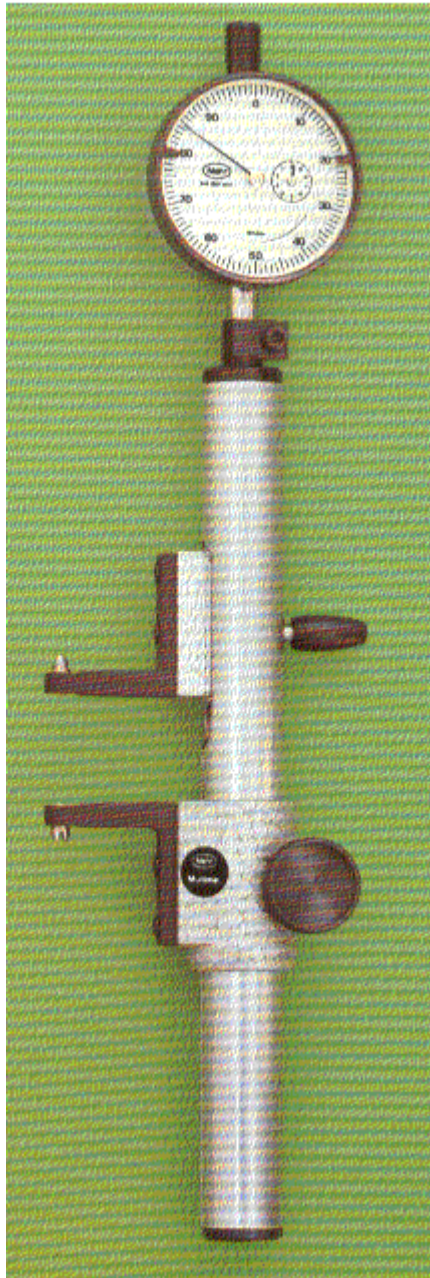
7.3.2. Medición del diametro medio:

7.3.2.1. Micrómetros de interiores con contactos específicos



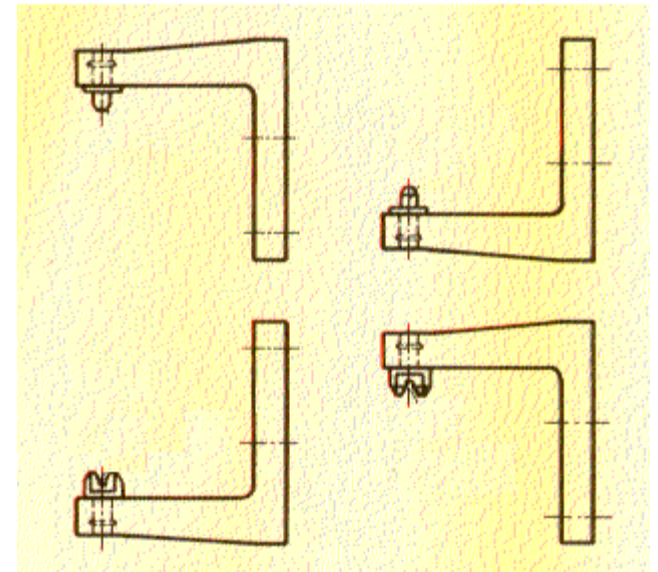
- Análogo al micrómetro de exteriores equipado con contactos en forma de cono y V

7.3.2. Medición del diámetro medio.



7.3.2.2. Comparador con contactos específicos

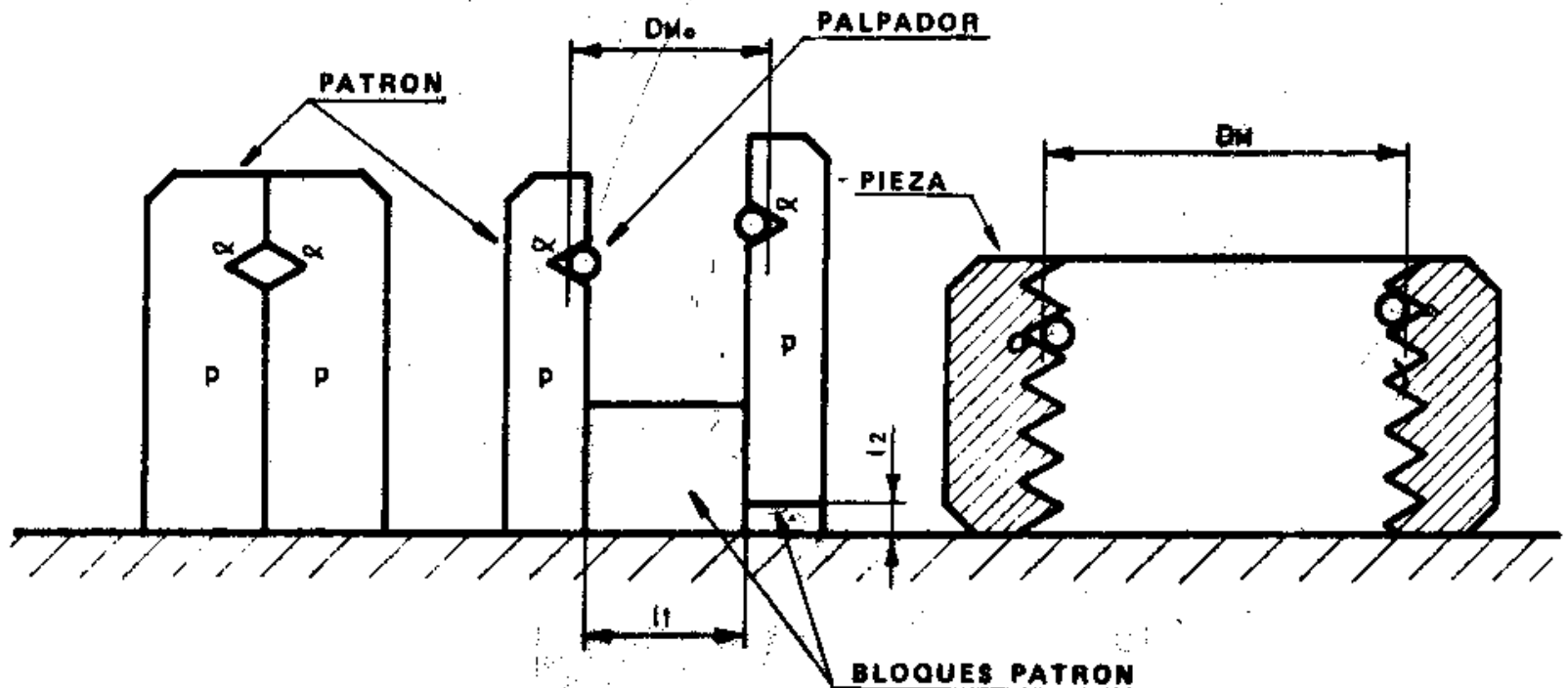
- Uno de los dos brazos palpadores es retráctil y transmite su movimiento al reloj comparador
- El instrumento es válido para roscas exteriores o interiores



7.3.2. Medición del diámetro medio.

7.3.2.3. Patrón de rosca y medidora

- Patrón de rosca de interiores
- Bloques patrón
- Medidora universal y palpadores esféricos

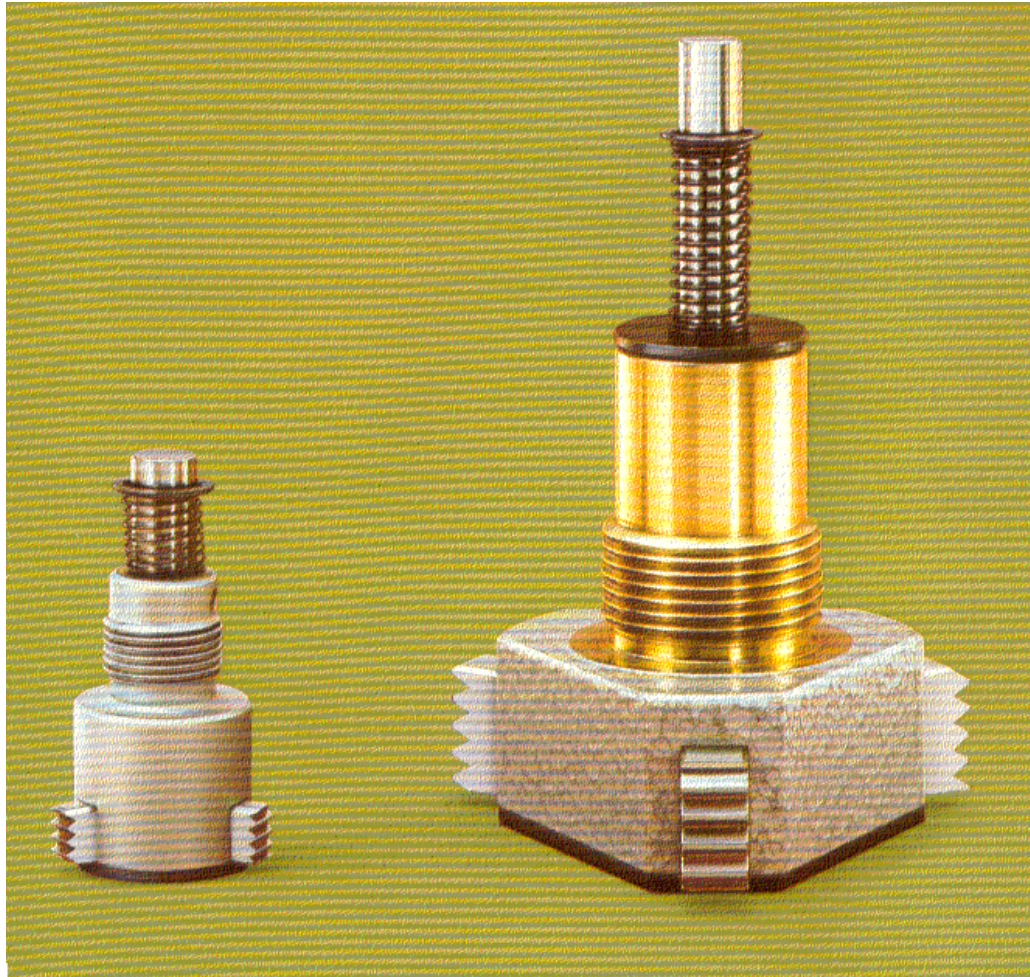


7.3.2. Medición del diámetro medio:

7.3.2.3. Patrón de rosca y medidora

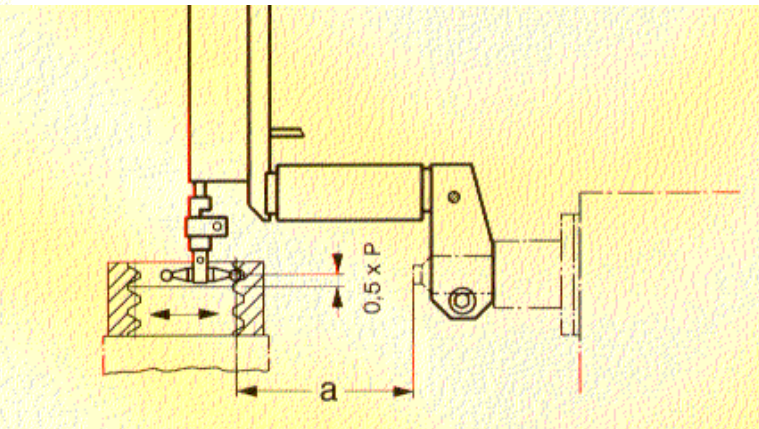
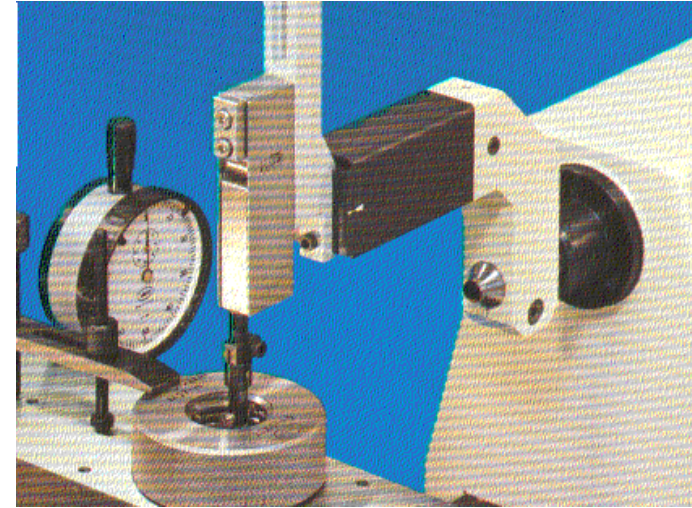
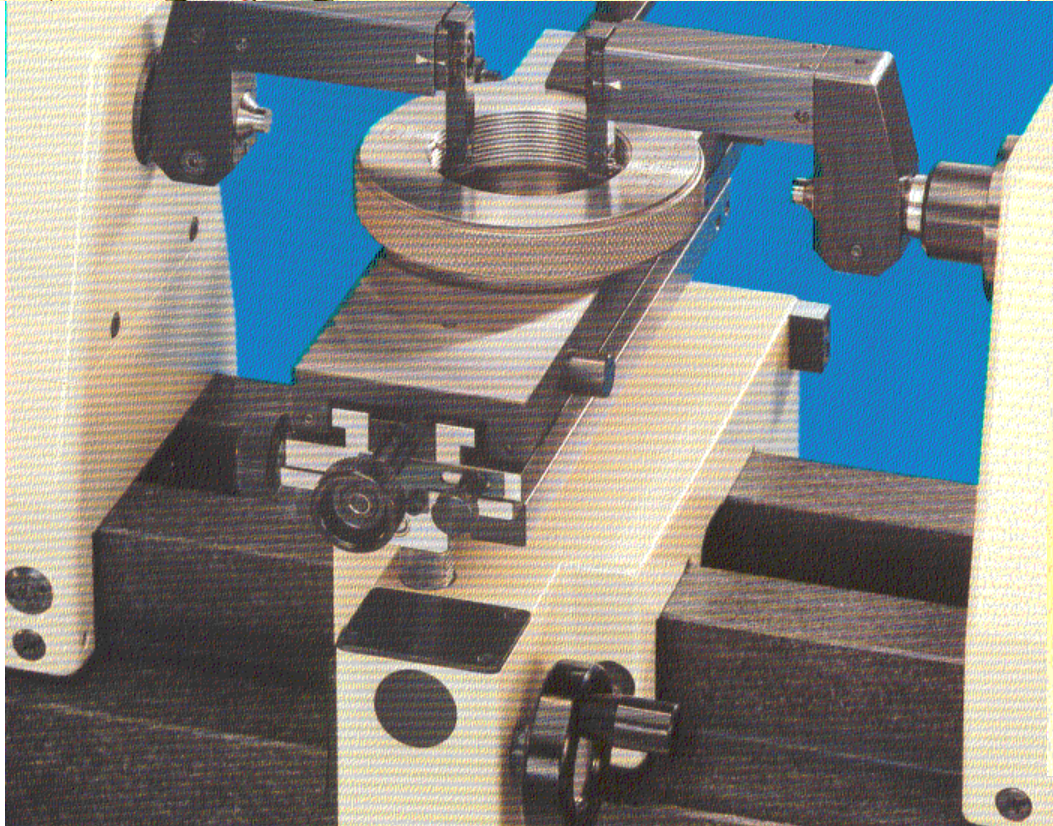
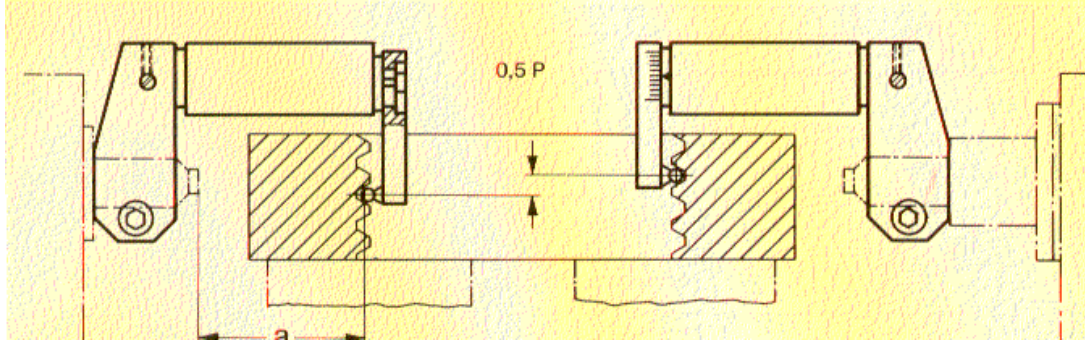
- A partir del ángulo y el paso de la rosca y el diámetro interior se determinan el patrón a utilizar y las longitudes l_1 y l_2 a componer para obtener un diámetro medio nominal DM_0 .
- De la comparación entre las medidas del patrón y la pieza efectuadas en una máquina medidora universal con palpador esférico se obtiene la desviación al diámetro medio nominal directamente.

7.3.3. Control del perfil completo: Micrómetros de interiores con contactos específicos

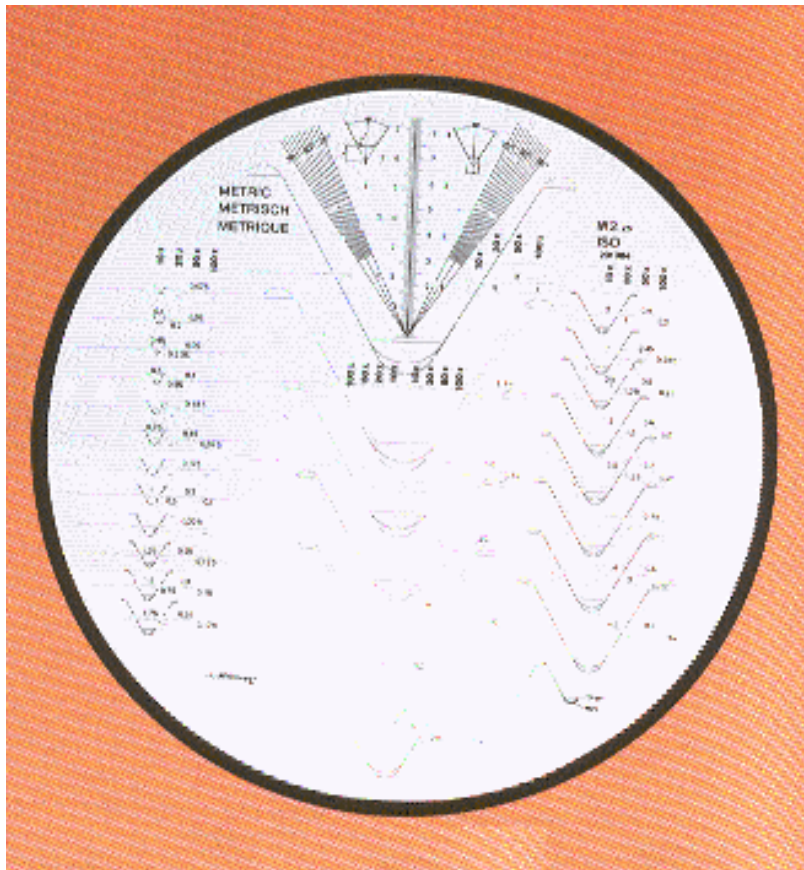


- Con contactos distintos permitirán medir el diámetro medio, el diámetro exterior, o controlar el perfil completo.

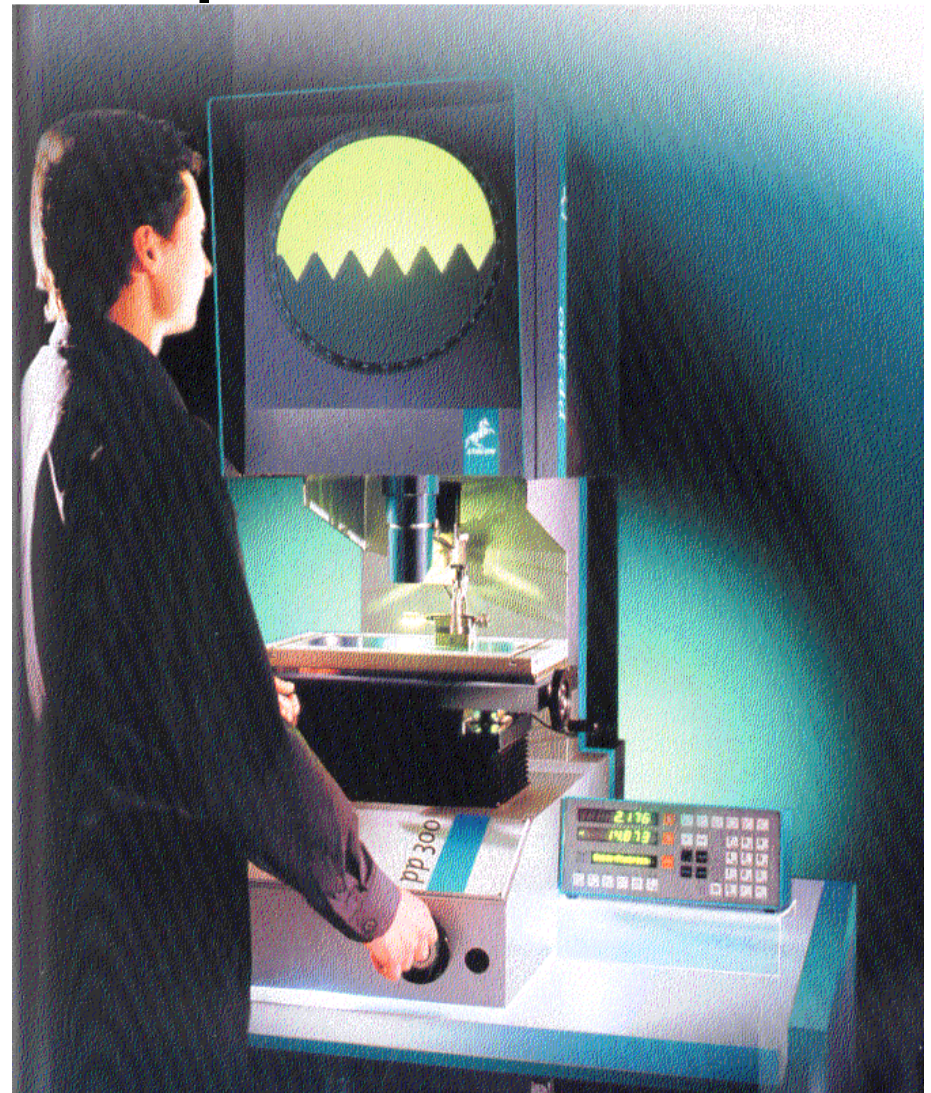
7.3.4. Control completo en la medidora universal



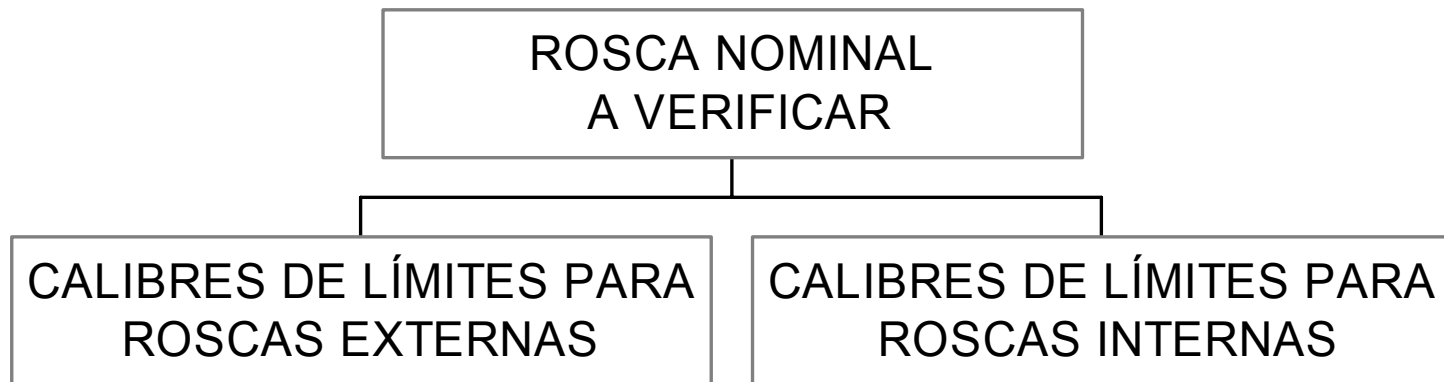
7.4. Verificación de roscas en Proyector de perfiles



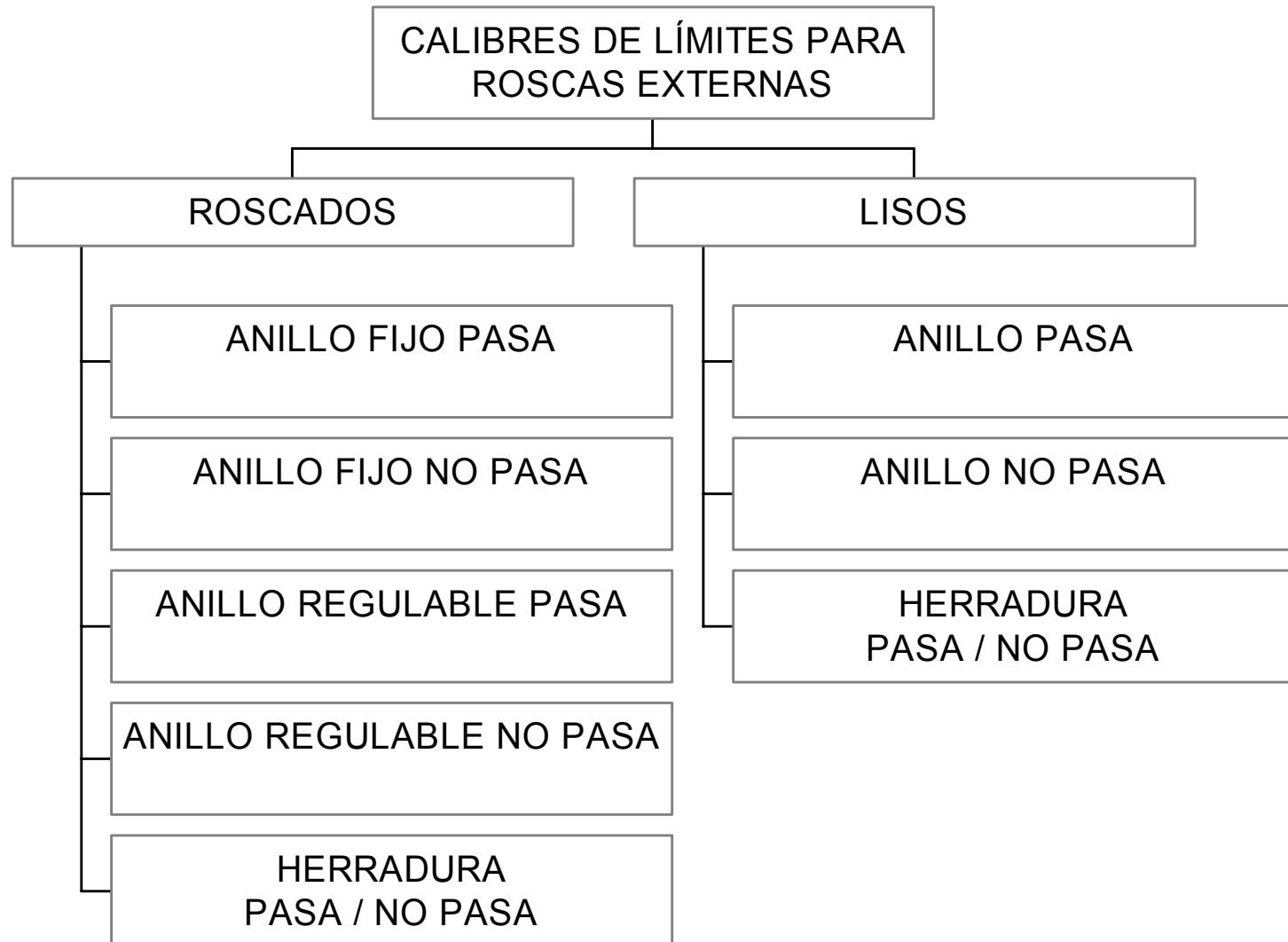
Plantilla de perfil
de roscas



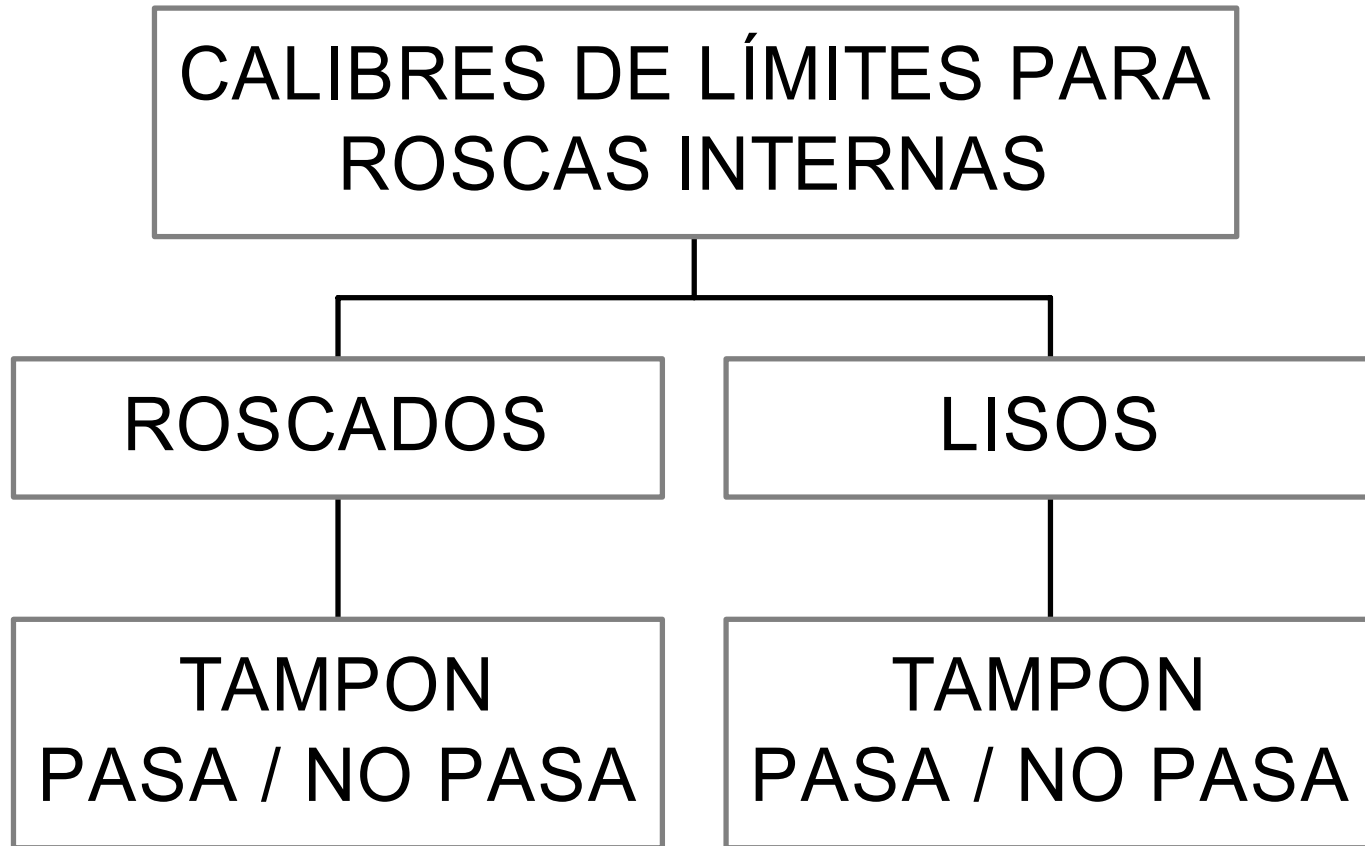
7.5. Verificación de roscas mediante calibres de límites



7.5. Verificación de roscas externas



7.5. Verificación de roscas internas



7.5. Calibres roscados: Herradura y tampón pasa - no pasa



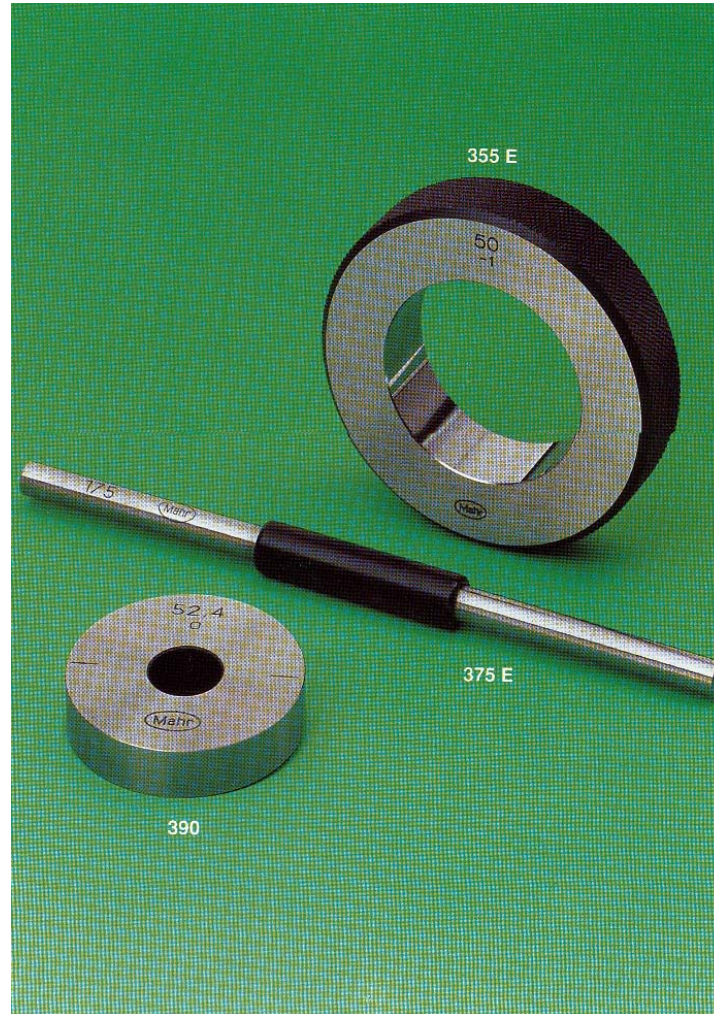
7.5. Calibres roscados: Anillos pasa - no pasa



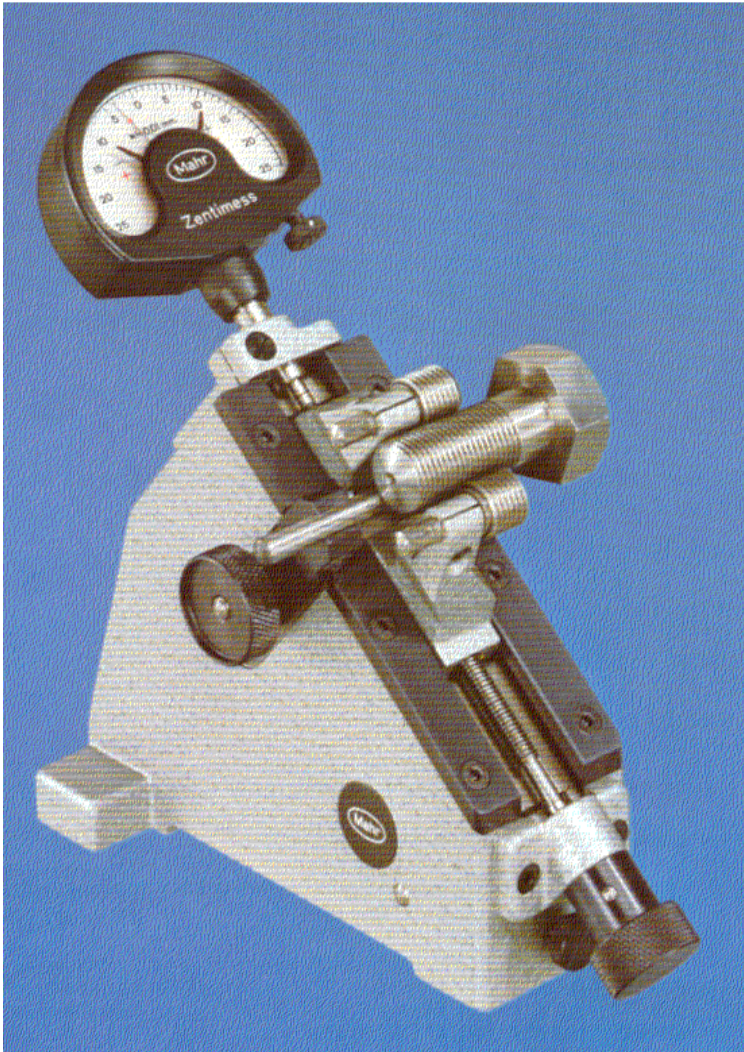
7.5. Calibres lisos: Herradura y tampón pasa - no pasa



7.5. Calibres lisos: Anillos pasa - no pasa



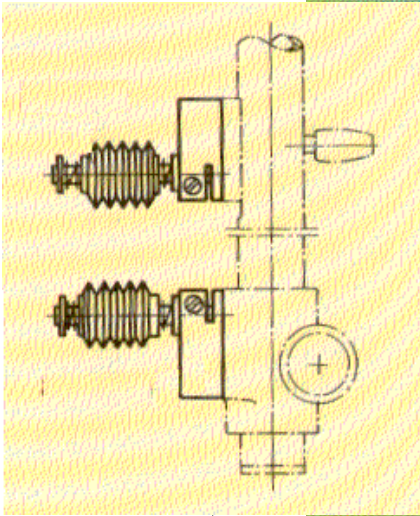
7.6. Calibre de rodillos intercambiables



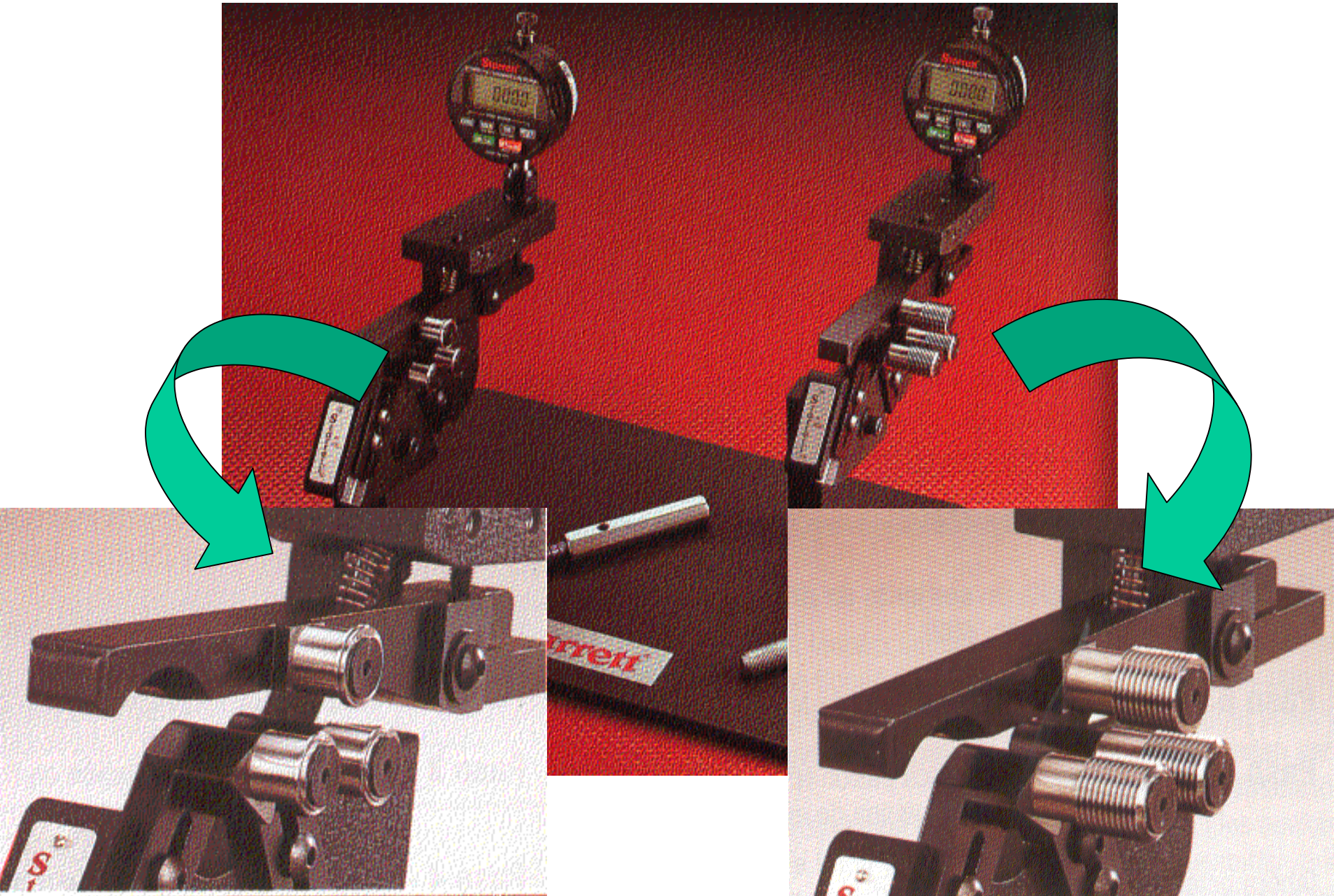
- Uno de los rodillos se puede desplazar y va conectado a un comparador para comprobar las desviaciones de la medida de referencia
- Esto permite clasificar la rosca en el campo de tolerancias marcado

7.6. Calibre de rodillos intercambiables

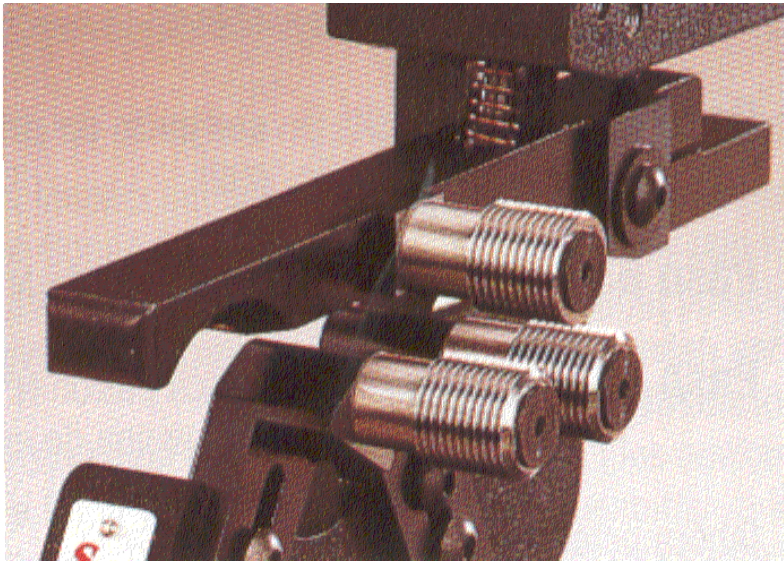
- Va provisto de dos brazos palpadores, uno de los cuales es retráctil y transmite su movimiento al comparador
- Es válido para roscas interiores o exteriores



7.6. Calibre de rodillos intercambiables

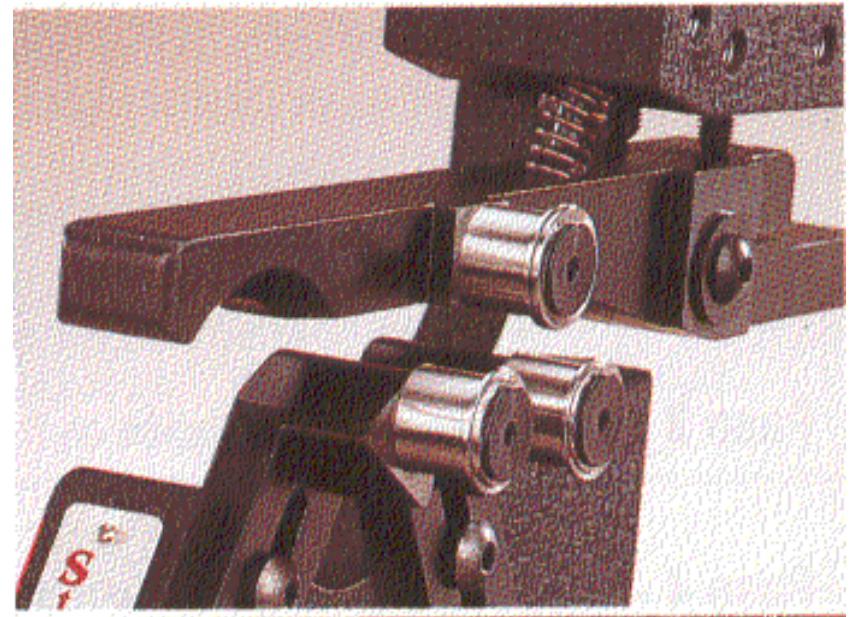


7.6. Calibre de rodillos intercambiables



Rodillos multihilo para verificación completa de la rosca

Rodillos Cono y V con un solo hilo, para verificación del diámetro medio





7.6. Calibre de rodillos intercambiables

- Provisto de rodillos Cono y V con un solo hilo, para medir diámetro medio, o de rodillos multihilo para verificación completa de la rosca

8. Control de engranajes

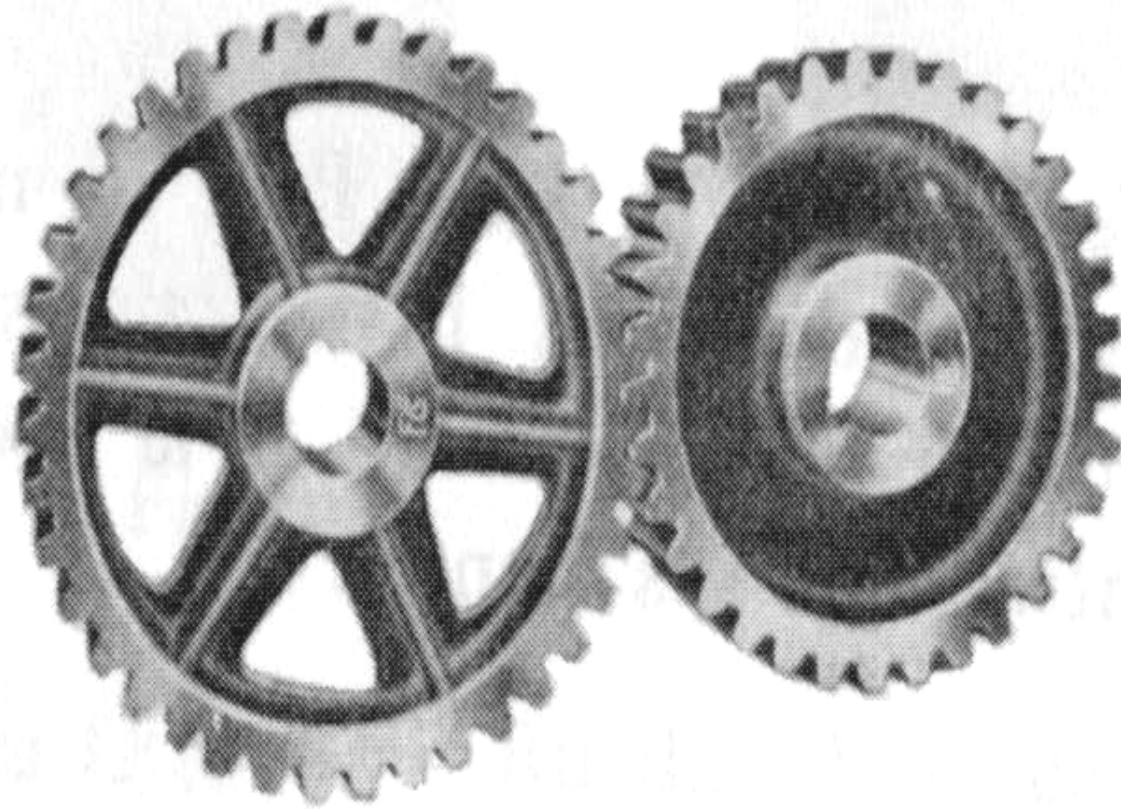
Los engranajes son elementos encargados de la transmisión del movimiento y potencia entre ejes diferentes.

La verificación de engranajes propia de un laboratorio es el control por separado de los distintos parámetros que lo definen.

8.1. Clasificación de engranajes.

- **Cilíndricos**
 - Rectos
 - Interiores
 - Helicoidales
 - Doble helicoidales
 - Helicoidales para ejes cruzados
 - Cremallera
- **Cónicos**
 - Rectos
 - Espirales
 - Espirales “Hipoid”
 - De tornillo-sin-fin

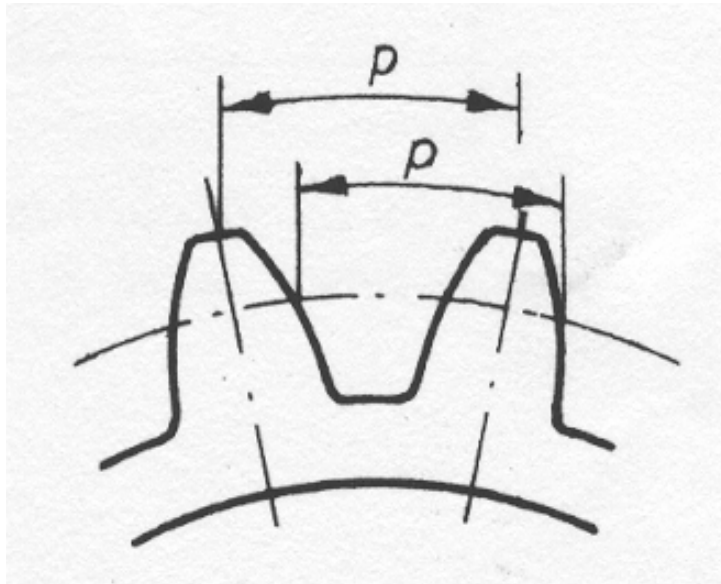
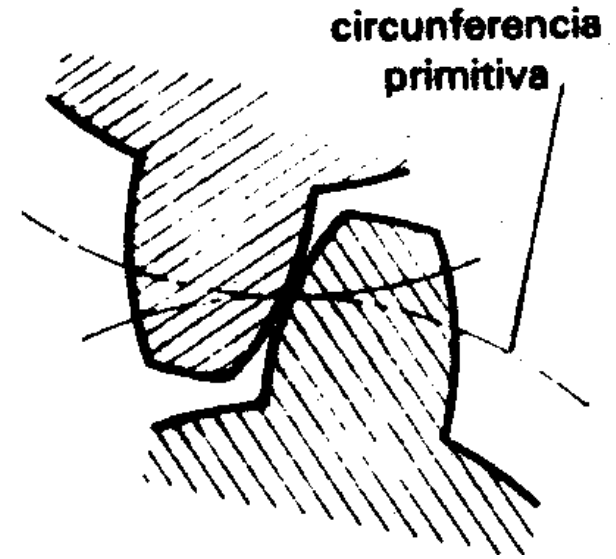
8.1.1. Engranajes cilíndricos rectos.



8.1.1. Engranajes cilíndricos rectos.

8.1.1.1. Definiciones

- La circunferencia primitiva es la circunferencia a lo largo de la cual engranan los dientes

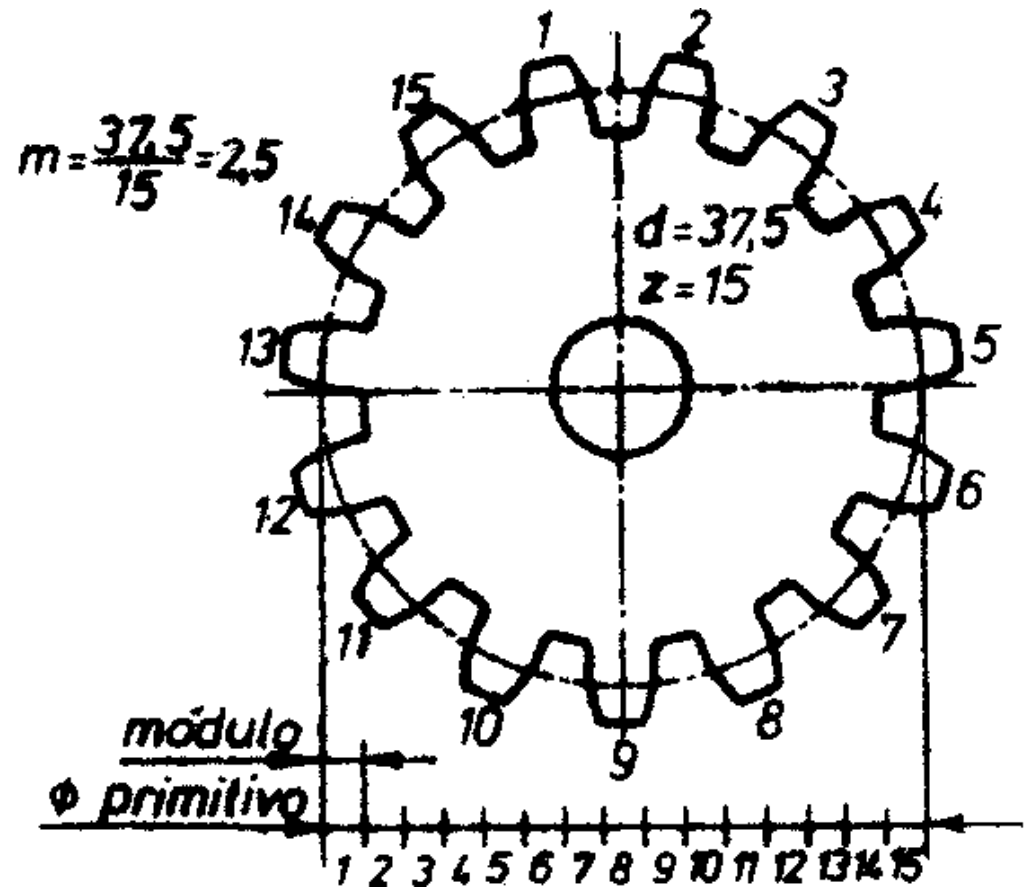


- El paso es la longitud de la circunferencia primitiva correspondiente a un diente y un vano consecutivos

8.1.1. Engranaje cilíndricos rectos.

8.1.1.1. Definiciones

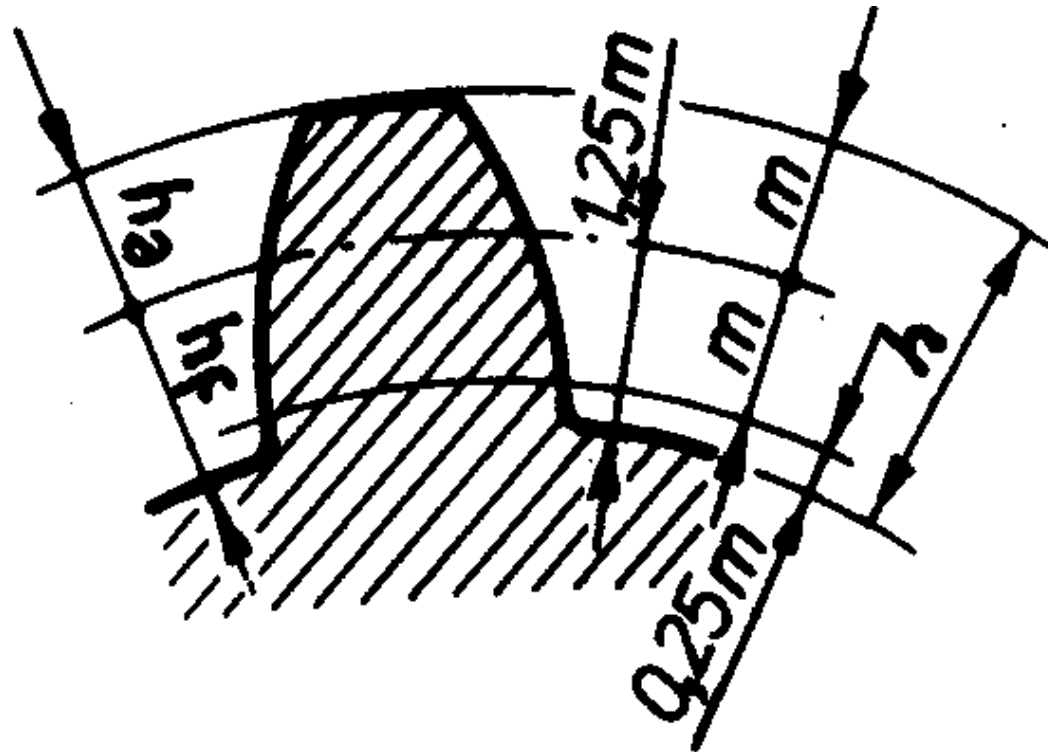
- El módulo m de un engranaje es la relación entera entre el diámetro primitivo (mm) y el n° de dientes



- Dos engranajes que engranen tendrán el mismo módulo

8.1.1. Engranajes cilíndricos rectos.

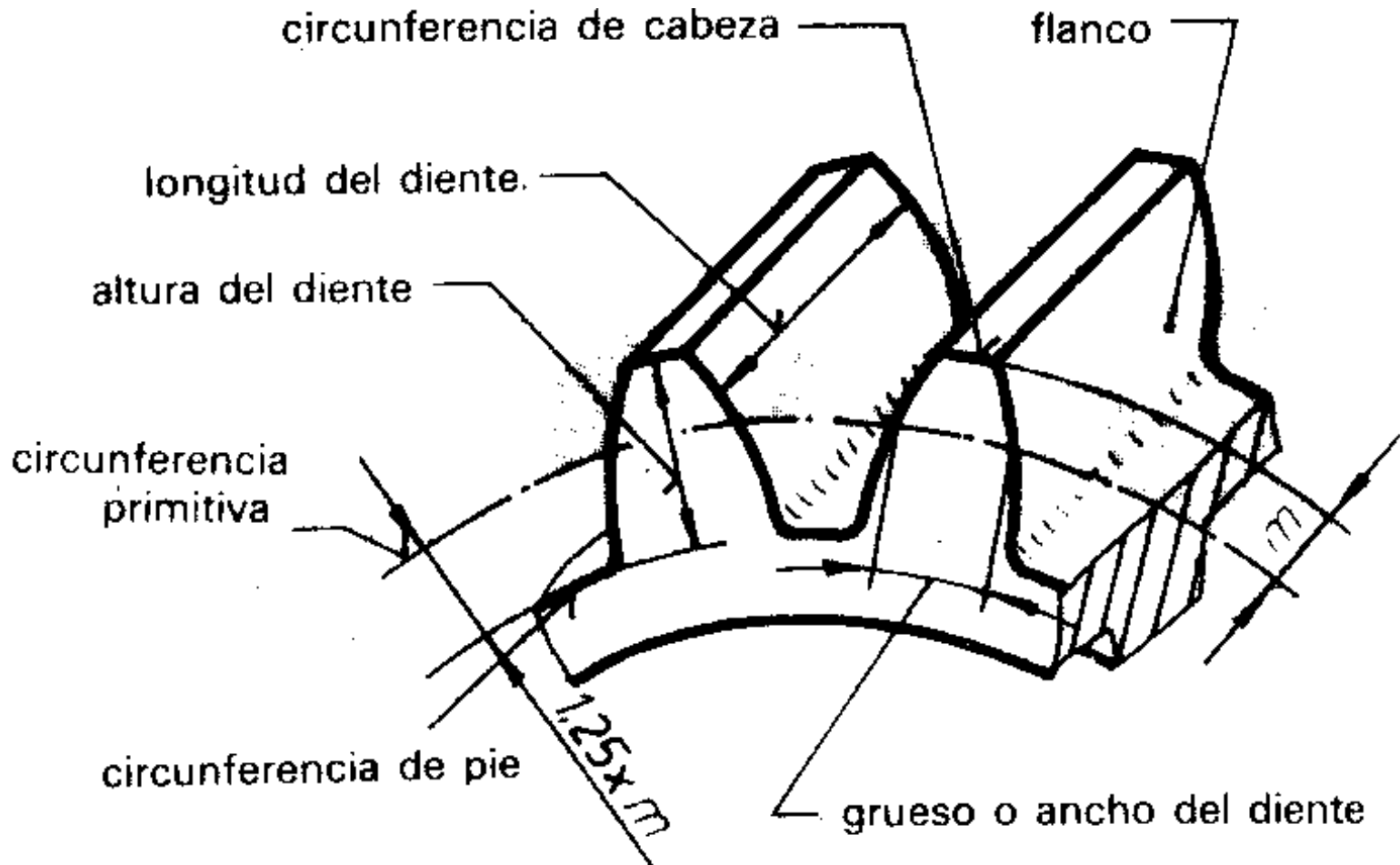
8.1.1.1. Definiciones



Altura de la cabeza (h_a) , pie (h_f) y altura total (h) del diente

8.1.1. Engranajes cilíndricos rectos.

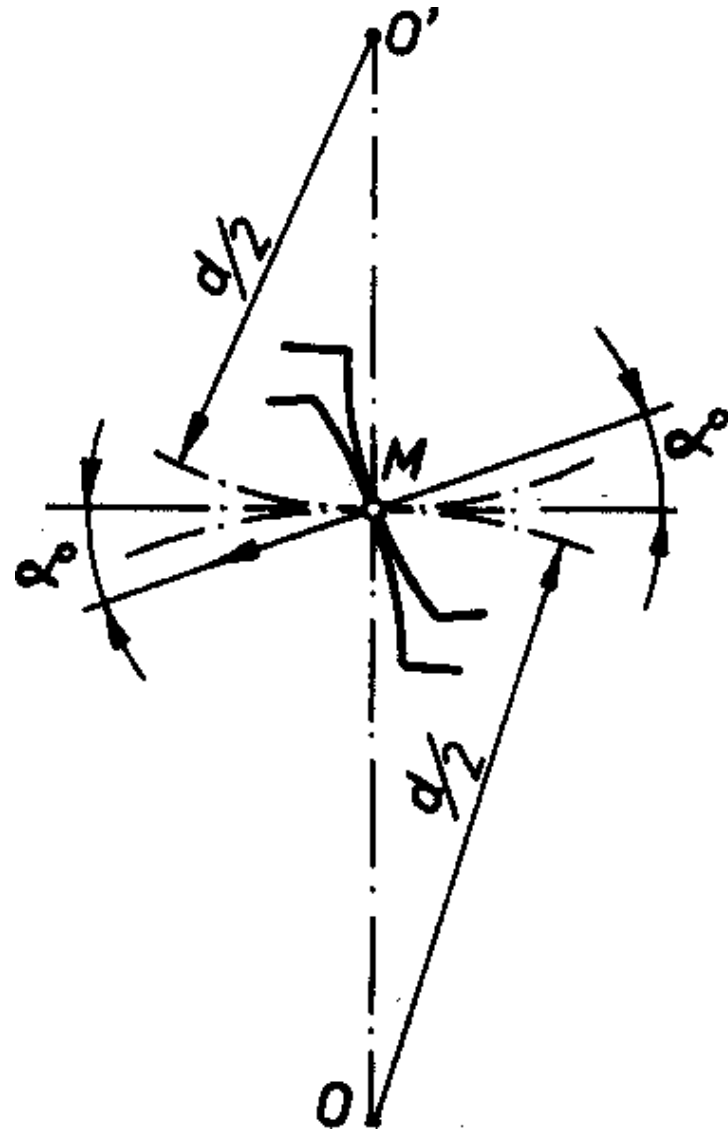
8.1.1.1. Definiciones



8.1.1. Engranajes cilíndricos rectos.

8.1.1.1. Definiciones

- El ángulo de presión α^0 de un engranaje es el que forma la tangente a los dos perfiles con la recta que une los centros de los engranajes



8.1.1. Engranajes cilíndricos rectos.

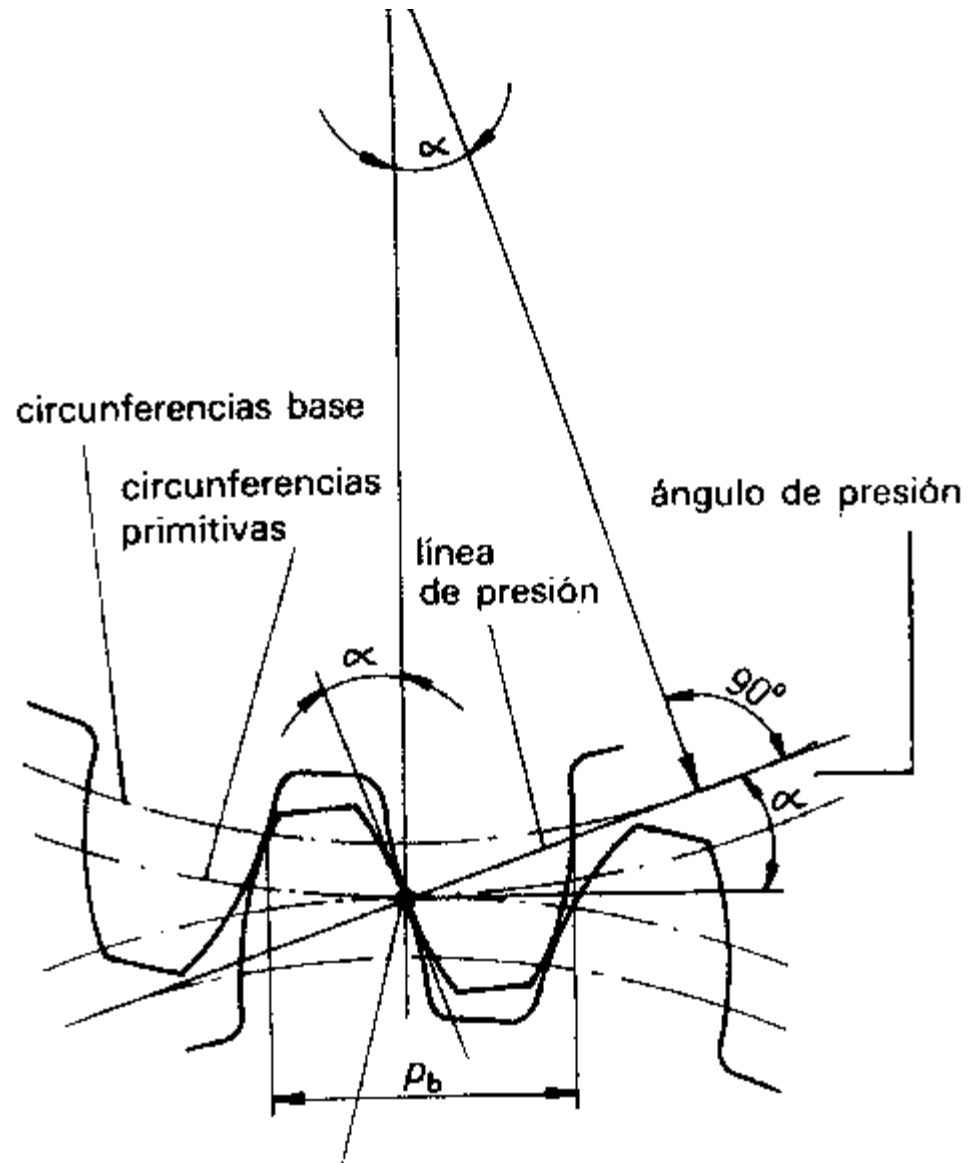
8.1.1.1. Definiciones

- La circunferencia base es la que sirve para el trazado de la evolvente. Su diámetro vale:

$$d_b = d \cos \alpha$$

Y el paso base:

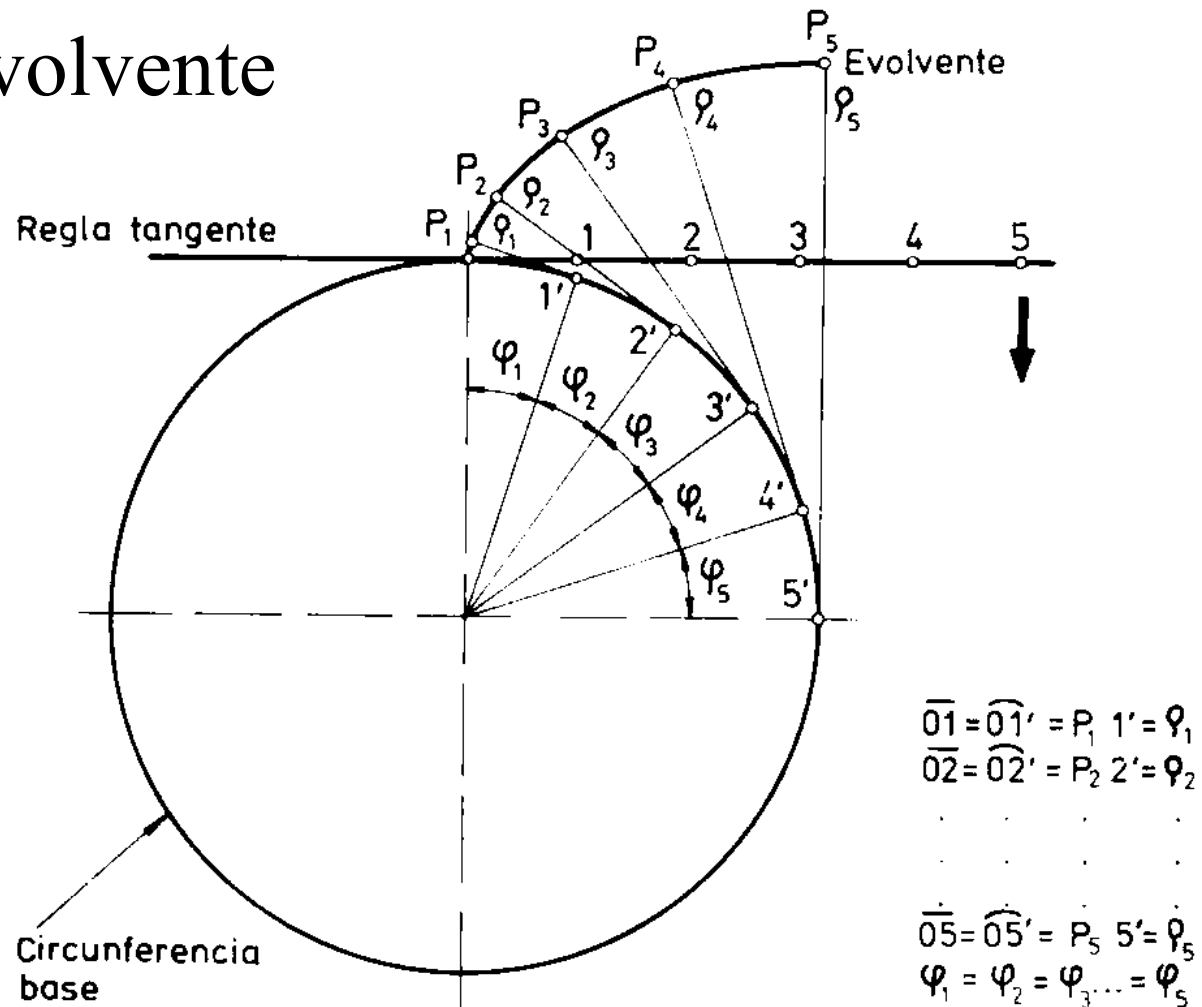
$$p_b = \pi d_b / z = \pi m \cos \alpha$$



8.1.1. Engranajes cilíndricos rectos.

8.1.1.1. Definiciones

Perfil de evolvente



8.1.1. Engranajes cilíndricos rectos.

8.1.1.2. Resumen de fórmulas

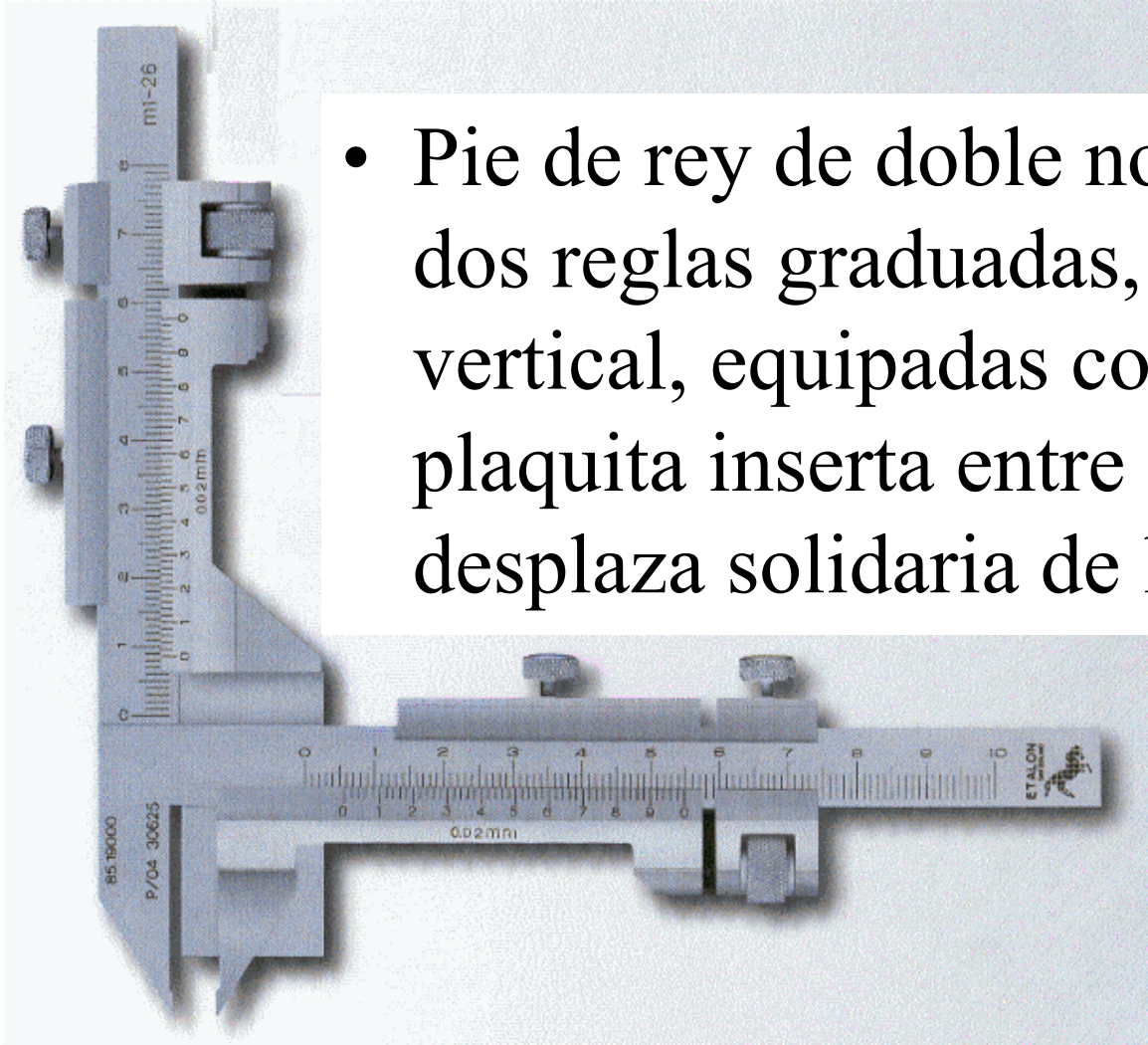
- $P = \pi m$
- $m = d / z$
- $d_b = d \cos \alpha$
- $p_b = \pi d_b / z = \pi m \cos \alpha$
- $h = 2,25 m$
- $d_a = d + 2m = (z+2) m$
- $d_f = d - 2m$

8.2. Control de engranajes cilíndricos rectos

8.2.1. Medición del espesor cordal

8.2.1.1. Pie de rey de doble nonius

- Pie de rey de doble nonius: Presenta dos reglas graduadas, horizontal y vertical, equipadas con nonius. Una plaquita inserta entre las bocas se desplaza solidaria de la regla vertical



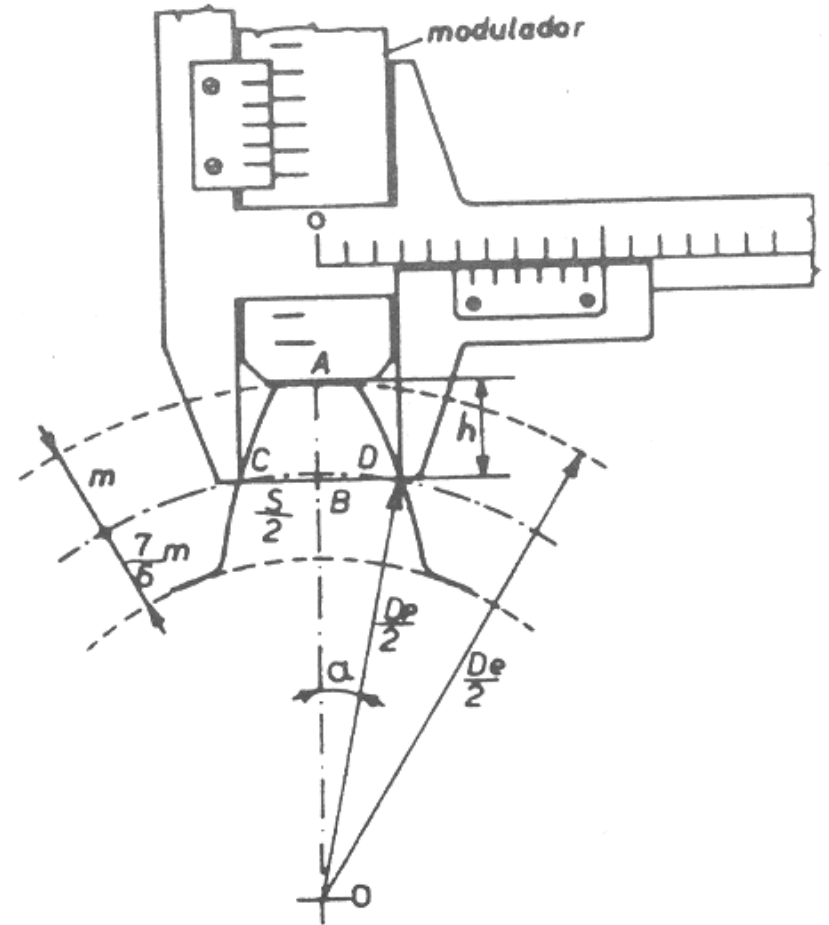
8.2.1. Medición del espesor cordal

8.2.1.1. Pie de rey de doble nonius

- Se coloca:

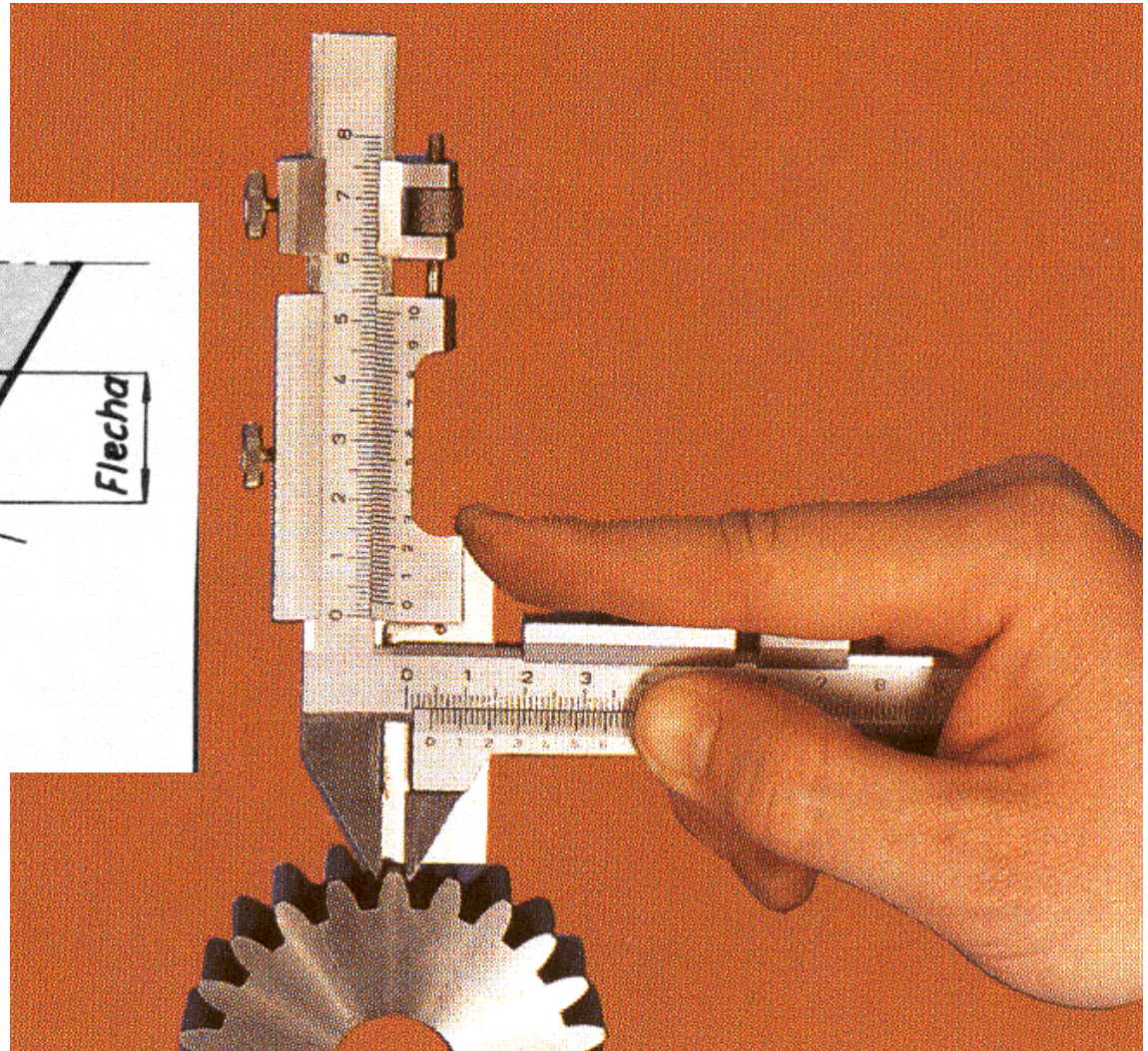
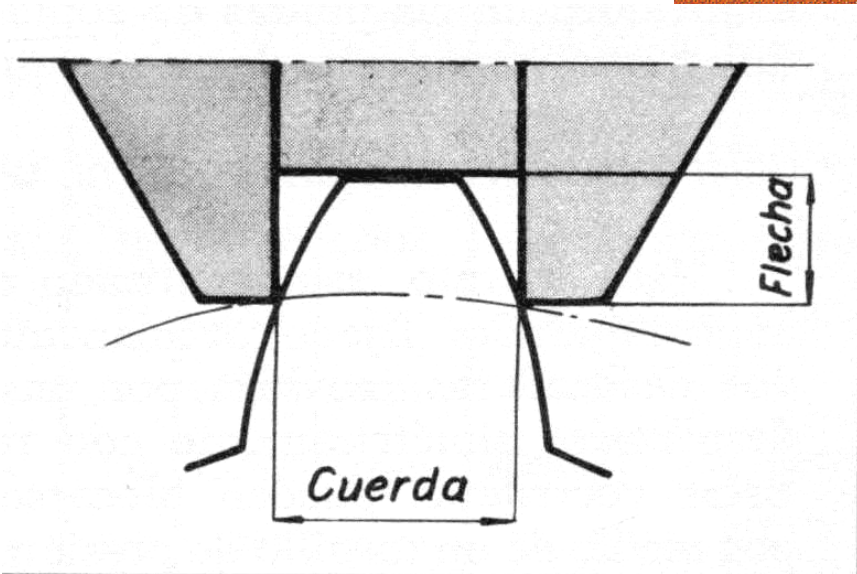
$$h = m \left[1 + \frac{z}{2} (1 - \cos 90^\circ/z) \right]$$

en la regleta vertical. Al introducir el pie de rey, la cabeza del diente hará contacto con la plaquita solidaria de la regleta vertical. Se mide el espesor cordal de un diente, CD, en la regleta horizontal.



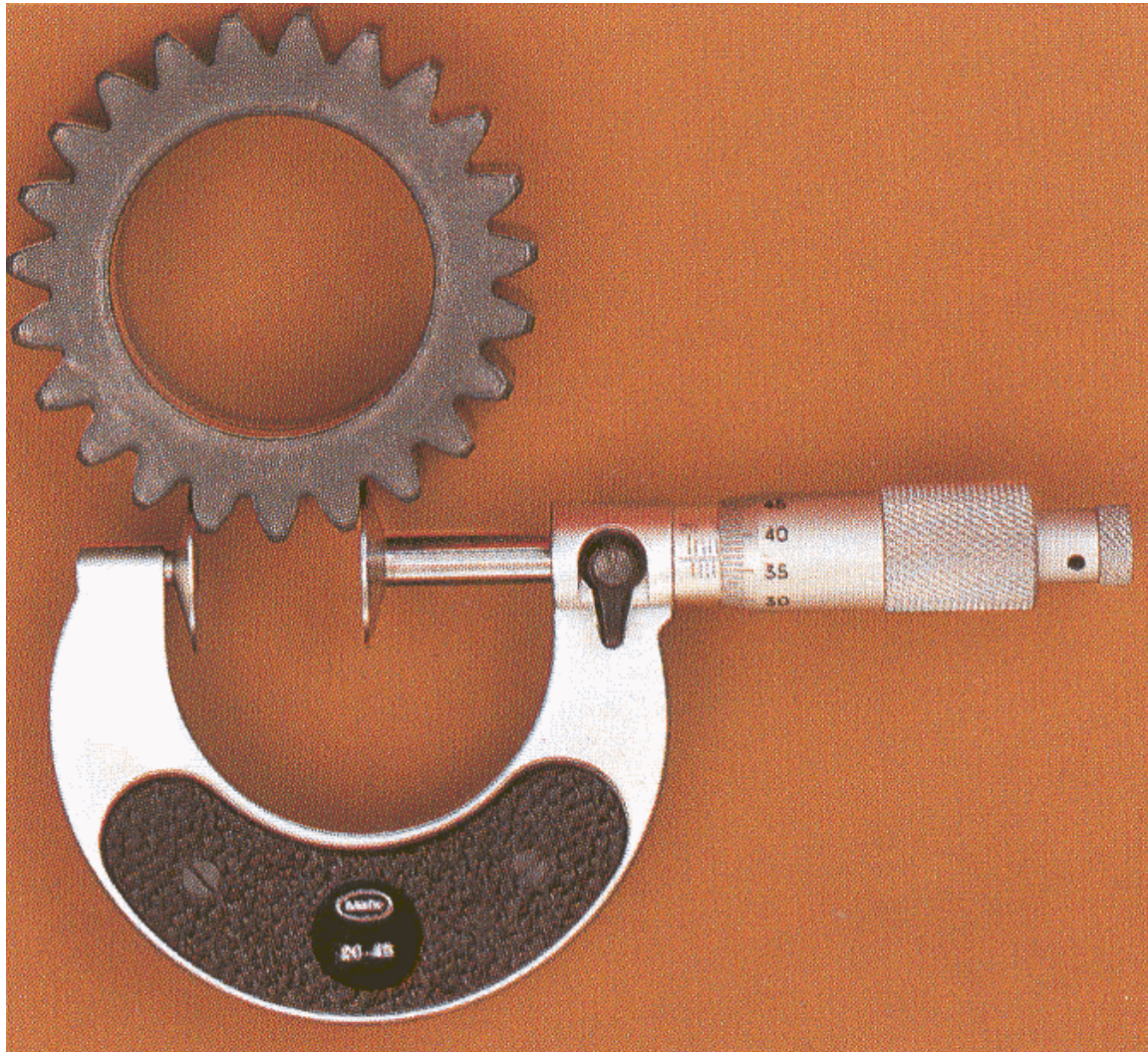
8.2.1. Medición del espesor cordal

8.2.1.1. Pie de rey de doble nonius



8.2.1. Medición del espesor cordal

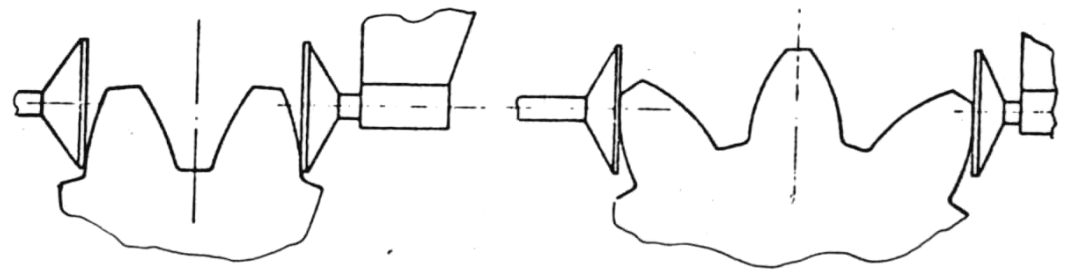
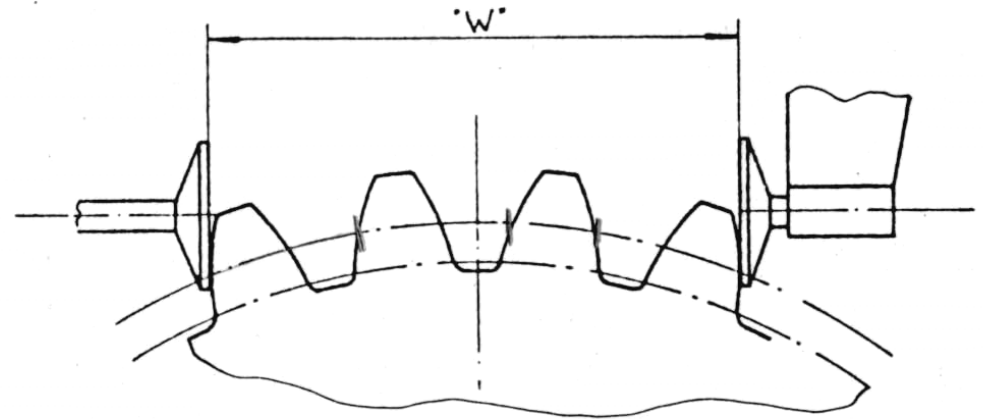
8.2.1.2. Micrómetro de platillos



8.2.1. Medición del espesor cordal

8.2.1.2. Micrómetro de platillos

- Se selecciona $k(z, \alpha^0)$, n° de dientes a abrazar para que el contacto entre los flancos de los dientes y los platillos se produzca en la circunferencia primitiva



INCORRECTO POR DEFECTO

INCORRECTO POR EXCESO

8.2.1. Medición del espesor cordal

8.2.1.2. Micrómetro de platillos

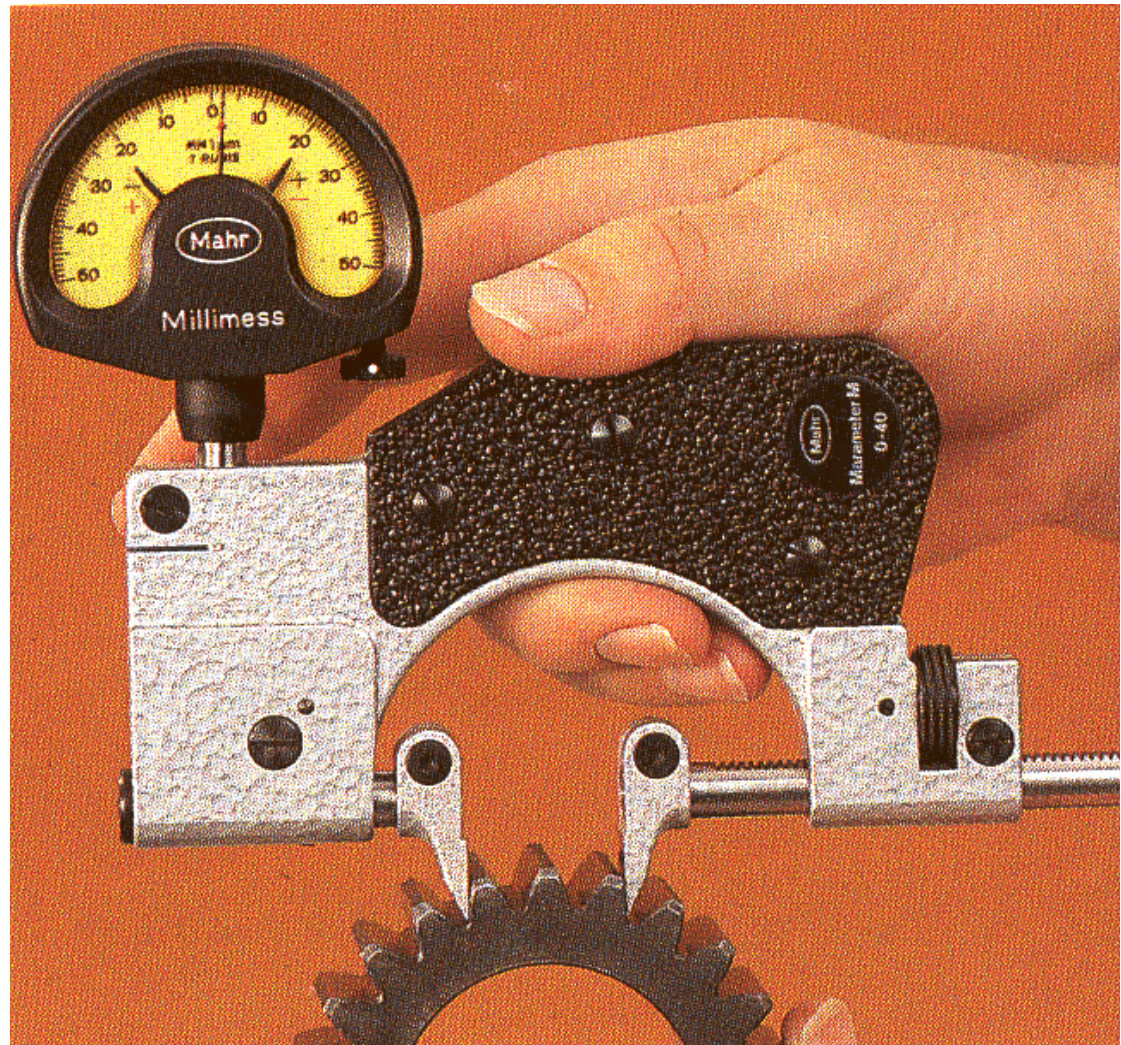
• Tabla k(z, α⁰)

Z	α = 14° 30'		α = 15°		α = 20°		Z	α = 14° 30'		α = 15°		α = 20°	
	K	W para m=1	K	W para m=1	K	W para m=1		K	W para m=1	K	W para m=1	K	W para m=1
4	-	4,5091	-	4,4842	2	4,4842	61	17,0559	6	17,0524	8	22,8953	
5	2	4,5045	2	4,4892	2	4,4892	62	17,0612	6	17,0563	8	23,0093	
6	2	4,5045	2	4,5122	2	4,5122	63	17,0666	6	17,0642	8	23,0233	
7	2	4,5099	2	4,5034	2	4,5034	64	17,0720	6	17,0702	8	23,0373	
8	2	4,6052	2	4,5993	2	4,5993	65	17,0773	6	17,0761	8	23,0513	
9	2	4,6106	2	4,6053	2	4,6053	66	17,0827	6	17,0821	8	23,0654	
10	2	4,6160	2	4,5993	2	4,5993	67	17,0881	6	17,0880	8	23,0794	
11	2	4,6214	2	4,6112	2	4,6112	68	17,0935	6	17,0935	8	23,1074	
12	2	4,6267	2	4,6172	2	4,6172	69	17,0988	6	17,0989	8	23,1074	
13	2	4,6321	2	4,6231	2	4,6231	70	17,1042	6	17,1058	9	26,0735	
14	2	4,6374	2	4,6290	2	4,6290	71	17,1095	7	20,1463	9	26,0875	
15	2	4,6428	2	4,6349	2	4,6349	72	17,1148	7	20,1522	9	26,1015	
16	2	4,6482	2	4,6409	2	4,6409	73	17,1201	7	20,1582	9	26,1155	
17	2	4,6535	2	4,6469	2	4,6469	74	17,1254	7	20,1641	9	26,1295	
18	2	4,6589	2	4,6528	3	7,6184	75	17,1307	7	20,1701	9	26,1435	
19	2	4,6643	2	4,6587	3	7,6244	76	17,1360	7	20,1760	9	26,1575	
20	2	4,6697	2	4,6646	3	7,6304	77	17,1413	7	20,1819	9	26,1715	
21	2	4,6750	2	4,6706	3	7,6365	78	17,1466	7	20,1879	10	29,1877	
22	2	4,6804	2	4,6766	3	7,6425	79	17,1519	7	20,1938	10	29,1917	
23	2	4,6858	2	4,6825	3	7,6485	80	17,1572	7	20,1998	10	29,1957	
24	3	7,7327	3	7,7230	3	7,7025	81	17,1625	7	20,2057	10	29,1997	
25	3	7,7380	3	7,7289	3	7,7165	82	17,1678	7	20,2116	10	29,2037	
26	3	7,7434	3	7,7349	3	7,7305	83	17,1731	7	20,2175	10	29,2077	
27	3	7,7488	3	7,7408	4	10,6966	84	17,1784	7	20,2234	10	29,2117	
28	3	7,7541	3	7,7467	4	10,7026	85	17,1837	7	20,2293	10	29,2157	
29	3	7,7595	3	7,7527	4	10,7086	86	17,1890	7	20,2352	10	29,2197	
30	3	7,7649	3	7,7586	4	10,7146	87	17,1943	7	20,2411	10	29,2237	
31	3	7,7702	3	7,7646	4	10,7206	88	17,1996	7	20,2470	10	29,2277	
32	3	7,7756	3	7,7705	4	10,7266	89	17,2049	7	20,2529	10	29,2317	
33	3	7,7810	3	7,7765	4	10,7326	90	17,2102	7	20,2588	10	29,2357	
34	3	7,7864	3	7,7824	4	10,7386	91	17,2155	7	20,2647	10	29,2397	
35	3	7,7917	3	7,7883	4	10,7446	92	17,2208	7	20,2706	10	29,2437	
36	4	10,8386	4	10,8288	5	13,7748	93	17,2261	7	20,2765	10	29,2477	
37	4	10,8439	4	10,8348	5	13,7808	94	17,2314	7	20,2824	10	29,2517	
38	4	10,8493	4	10,8406	5	13,7868	95	17,2367	7	20,2883	10	29,2557	
39	4	10,8547	4	10,8466	5	13,7928	96	17,2420	7	20,2942	10	29,2597	
40	4	10,8601	4	10,8526	5	13,8008	97	17,2473	7	20,2999	10	29,2637	
41	4	10,8655	4	10,8586	5	13,8068	98	17,2526	7	20,3058	10	29,2677	
42	4	10,8708	4	10,8645	5	13,8128	99	17,2579	7	20,3117	10	29,2717	
43	4	10,8762	4	10,8704	5	13,8188	100	17,2632	7	20,3176	10	29,2757	
44	4	10,8816	4	10,8763	5	13,8248	101	17,2685	7	20,3235	10	29,2797	
45	4	10,8869	4	10,8823	6	16,5300	102	17,2738	7	20,3294	10	29,2837	
46	4	10,8923	4	10,8882	6	16,5360	103	17,2791	7	20,3353	10	29,2877	
47	4	10,8977	4	10,8942	6	16,5420	104	17,2844	7	20,3412	10	29,2917	
48	5	13,9445	5	13,9346	6	16,5480	105	17,2897	7	20,3471	10	29,2957	
49	5	13,9499	5	13,9406	6	16,5540	106	17,2950	7	20,3530	10	29,2997	
50	5	13,9553	5	13,9465	6	16,5600	107	17,3003	7	20,3589	10	29,3037	
51	5	13,9607	5	13,9525	6	16,5660	108	17,3056	7	20,3648	10	29,3077	
52	5	13,9660	5	13,9584	6	16,5720	109	17,3109	7	20,3707	10	29,3117	
53	5	13,9714	5	13,9643	7	19,9171	110	17,3162	7	20,3766	10	29,3157	
54	5	13,9768	5	13,9703	7	19,9231	111	17,3215	7	20,3825	10	29,3197	
55	5	13,9821	5	13,9762	7	19,9291	112	17,3268	7	20,3884	10	29,3237	
56	5	13,9875	5	13,9822	7	19,9351	113	17,3321	7	20,3943	10	29,3277	
57	5	13,9929	5	13,9881	7	19,9411	114	17,3374	7	20,3999	10	29,3317	
58	5	13,9982	5	13,9940	7	19,9471	115	17,3427	7	20,4058	10	29,3357	
59	5	14,0036	5	14,0000	7	20,0012	116	17,3480	7	20,4117	10	29,3397	
60	6	17,0505	6	17,0464	7	20,0072	117	17,3533	7	20,4176	10	29,3437	

8.2.1. Medición del espesor cordal

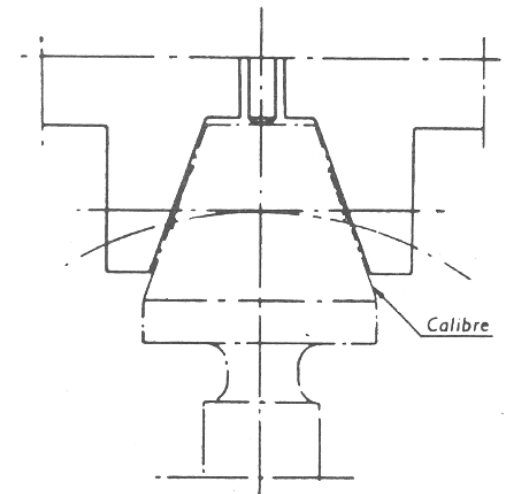
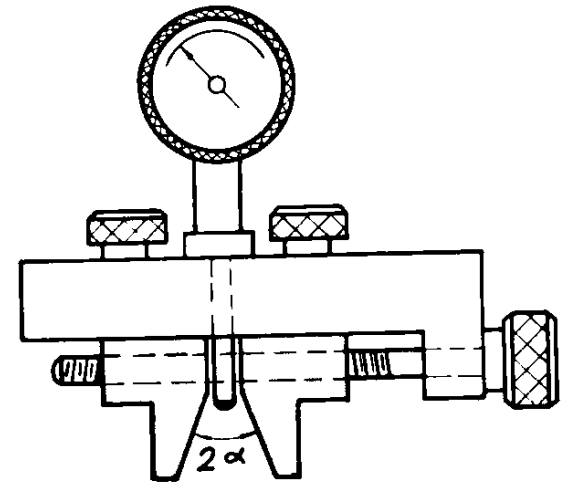
8.2.1.3. Comparador

- Medición por comparación. Para efectuarla se habrán utilizado patrones de puesta a punto para cada operación de control



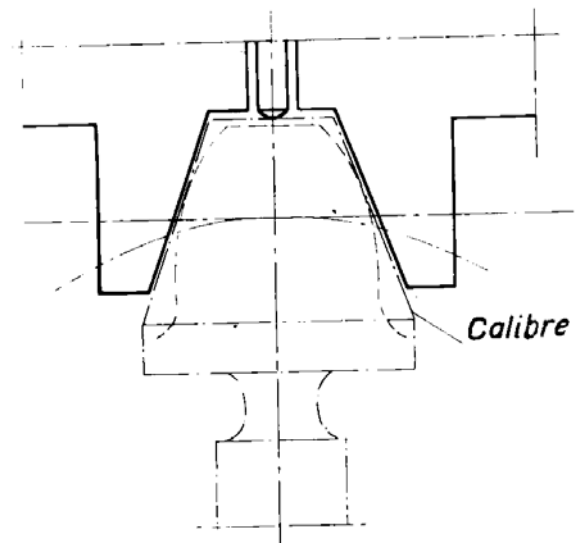
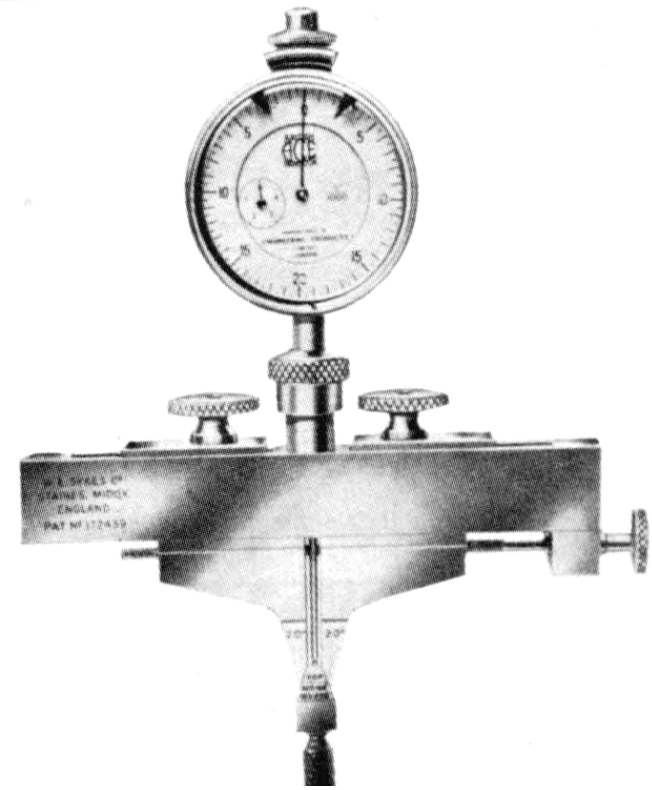
8.2.2. Medición del espesor del diente: Comparador Sykes

- Consiste en un comparador sujeto a un soporte sobre el que se desplazan simétricamente respecto al palpador dos correderas. Las correderas tienen enfrentadas dos caras de modo que forman el intervalo de una cremallera de ángulo de presión φ . Este intervalo se regula con un calibre especial



8.2.2. Medición del espesor del diente: Comparador Sykes

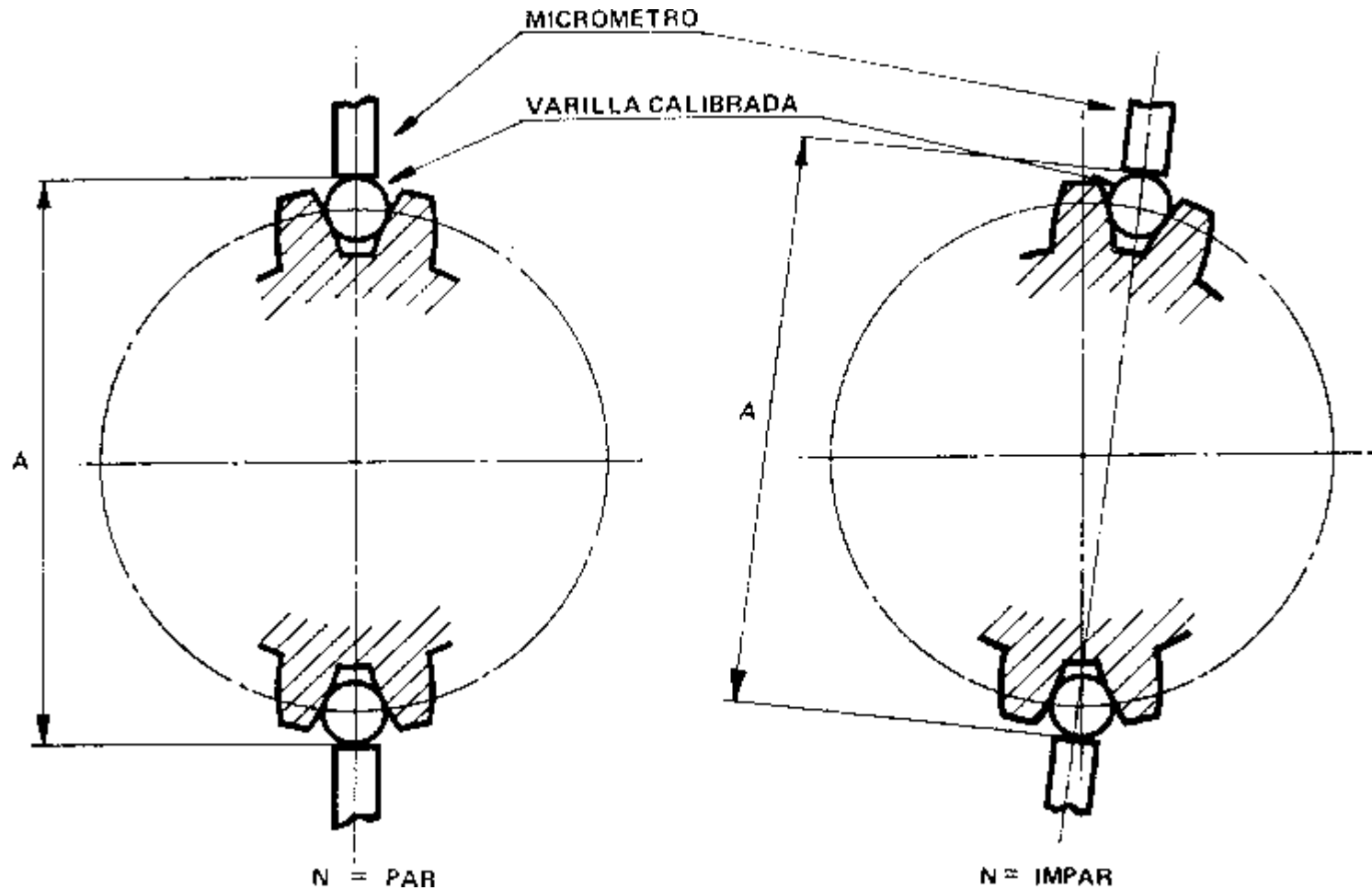
- La medición de los dientes se efectúa encajándolos sucesivamente en el aparato así calibrado. Si el palpador del comparador desciende es que el espesor verificado es mayor que el deseado y a la inversa.



8.2.3. Medición del intervalo entre dientes

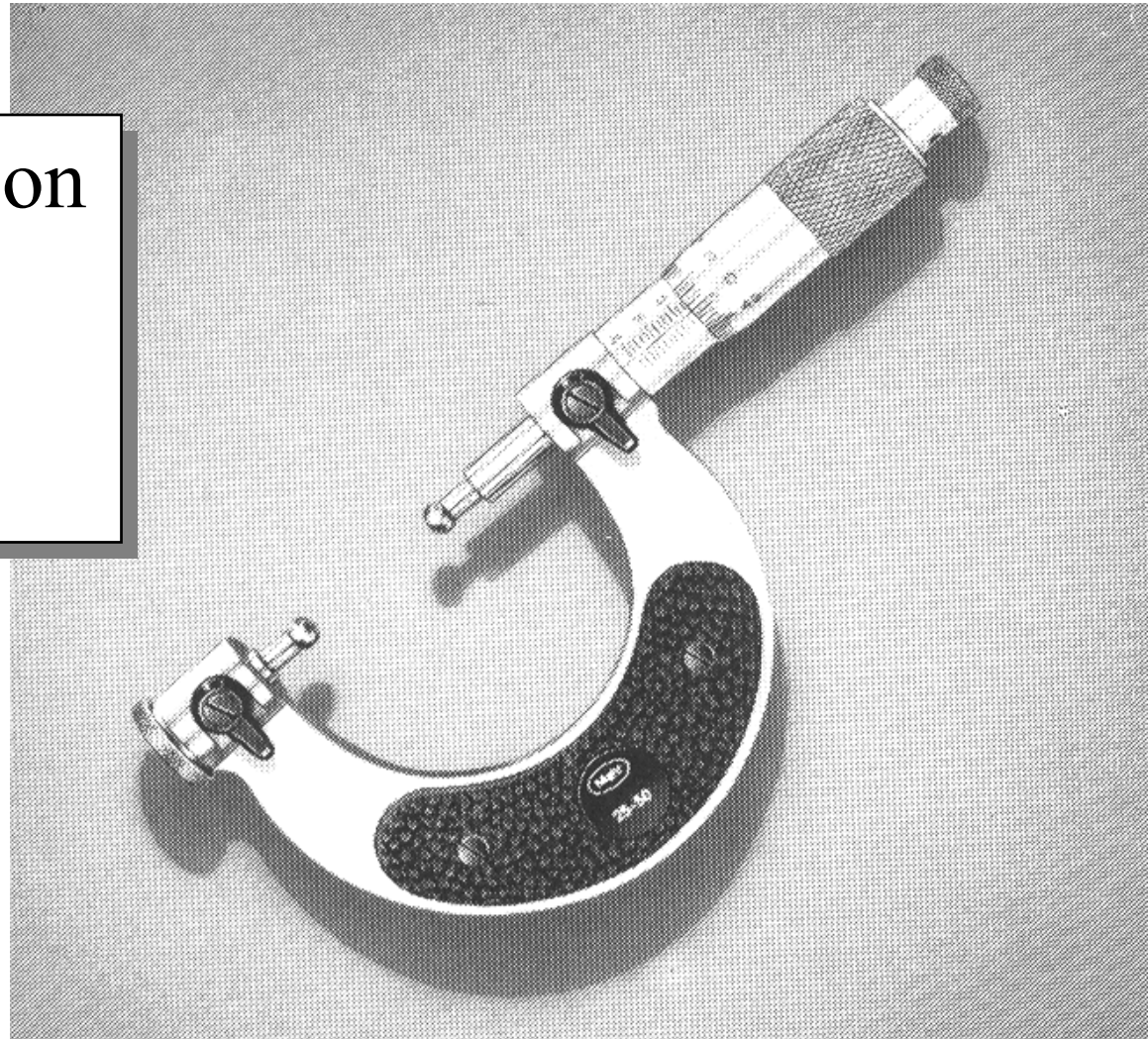
- Es necesario comprobar que el paso está correctamente dividido en espesor del diente y hueco. Para ello se calcula el intervalo por trigonometría a partir de la distancia A entre las varillas colocadas en dos huecos diametralmente opuestos

8.2.3. Medición del intervalo entre dientes



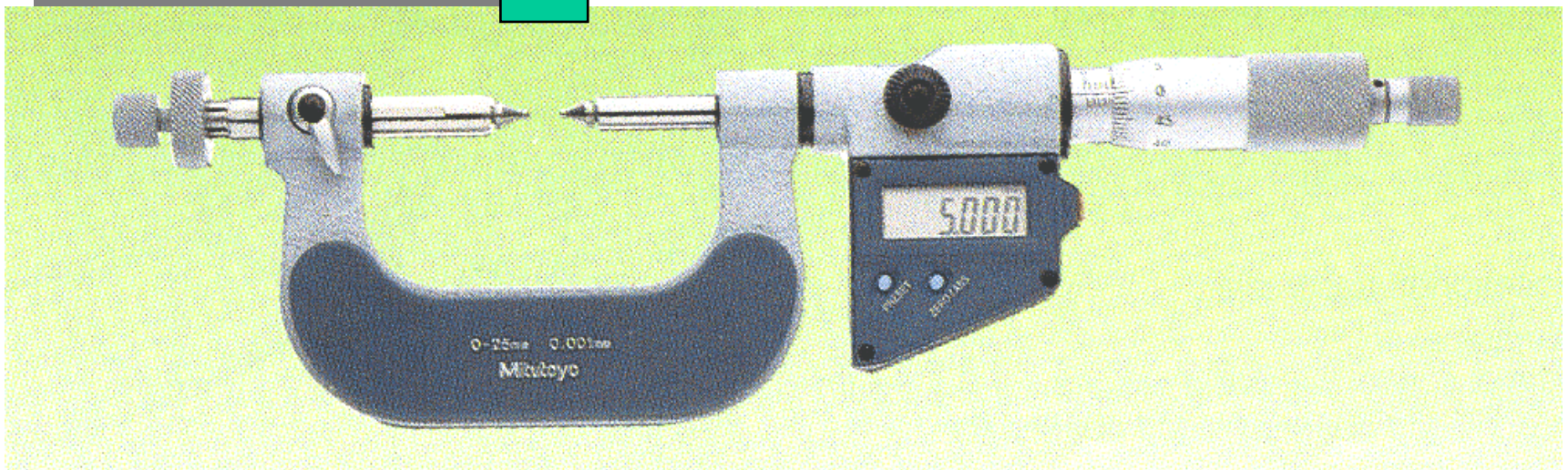
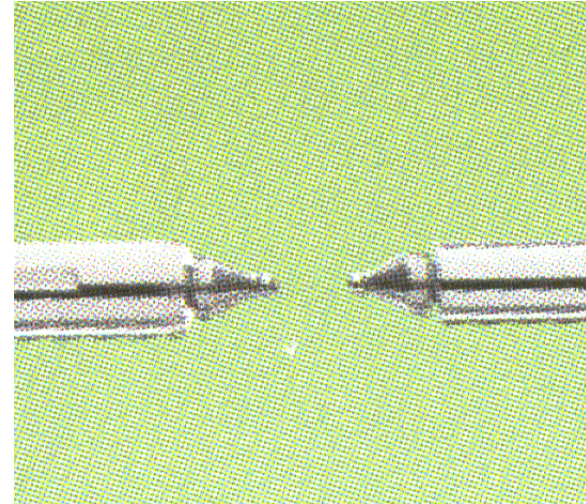
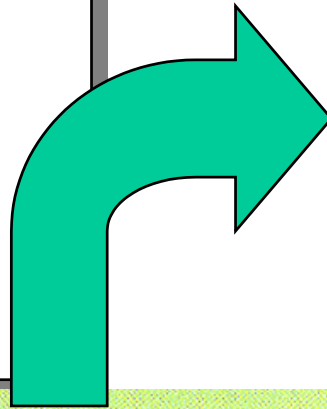
8.2.3. Medición del intervalo entre dientes

Micrómetro con
contactos de
medida
esféricos



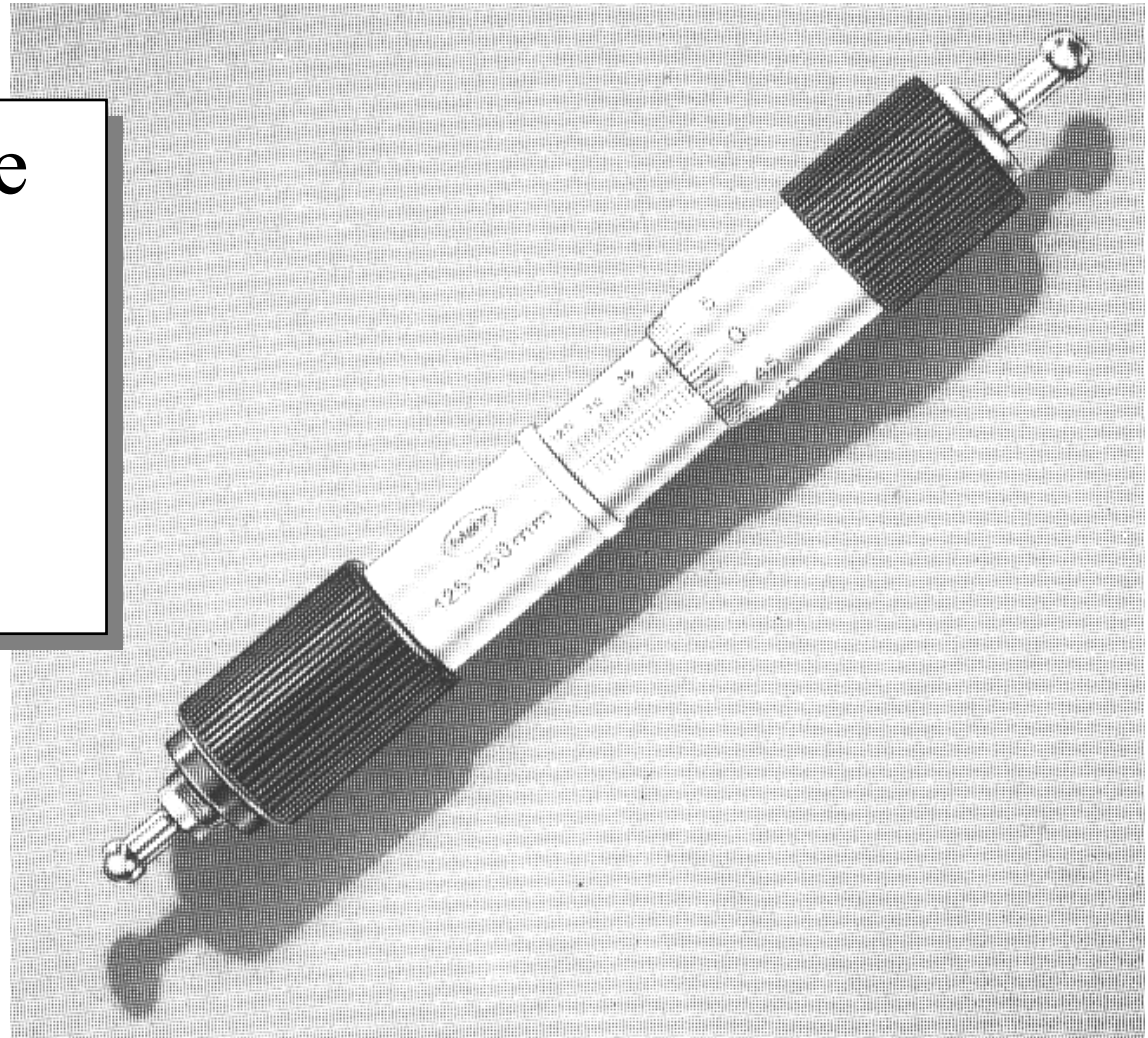
8.2.3. Medición del intervalo entre dientes

Micrómetro digital con contactos de medida esféricos



8.2.3. Medición del intervalo entre dientes

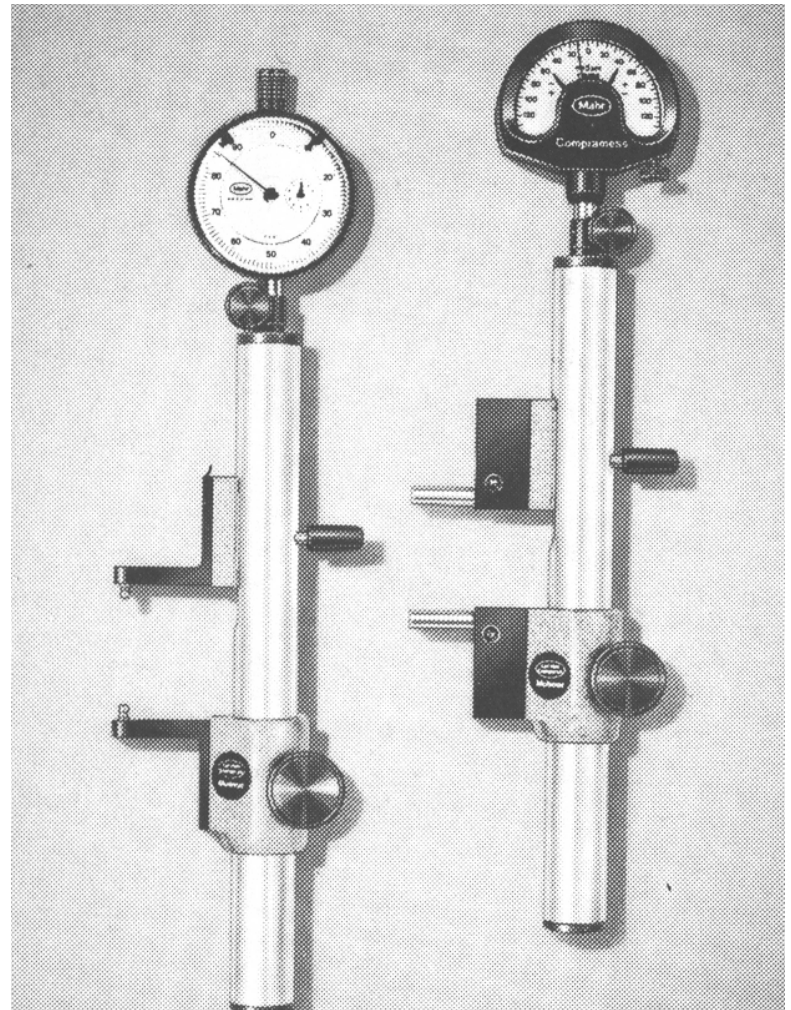
Micrómetro de interiores con contactos de medida esféricos



8.2.3. Medición del intervalo entre dientes

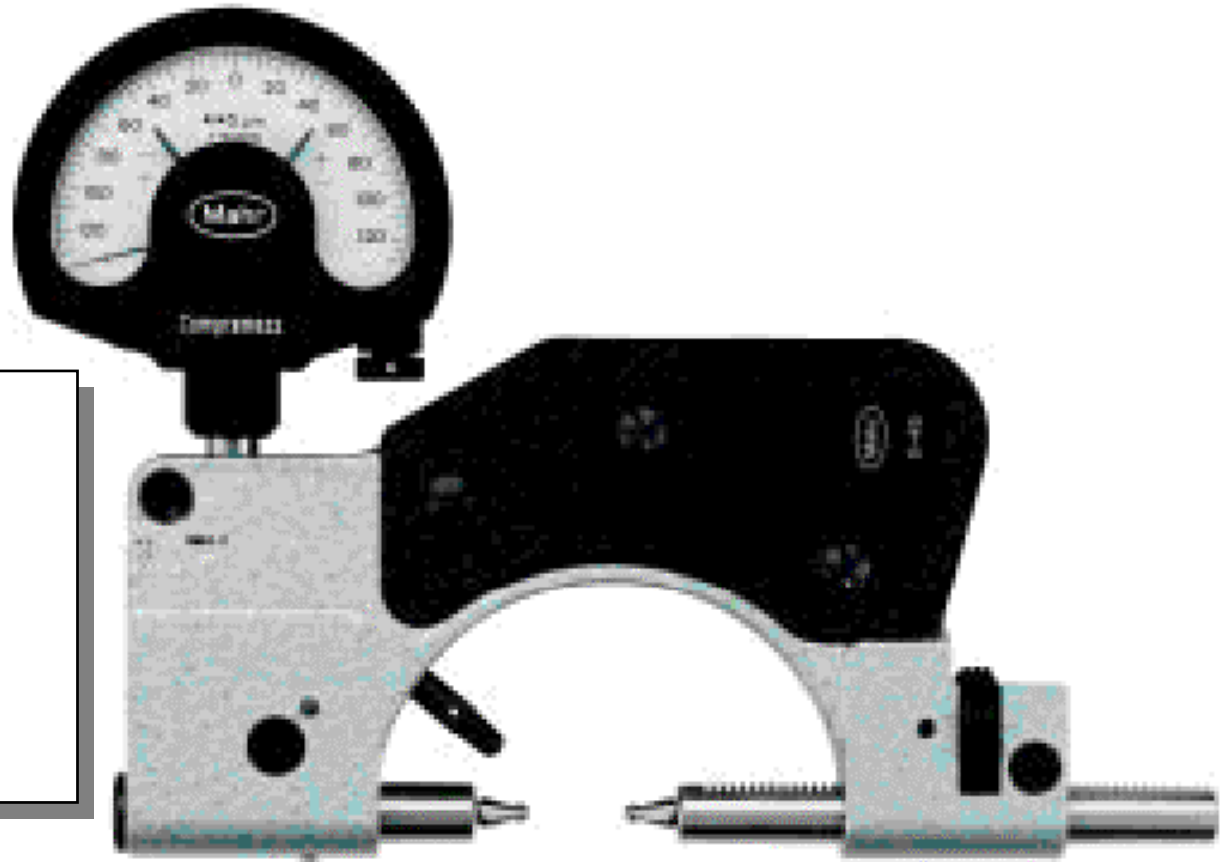
Instrumento comparador con contactos esféricos intercambiables.

Es válido para la medición de la división del dentado en engranajes exteriores o interiores



8.2.3. Medición del intervalo entre dientes

Comparador
con contactos
de medida
esféricos

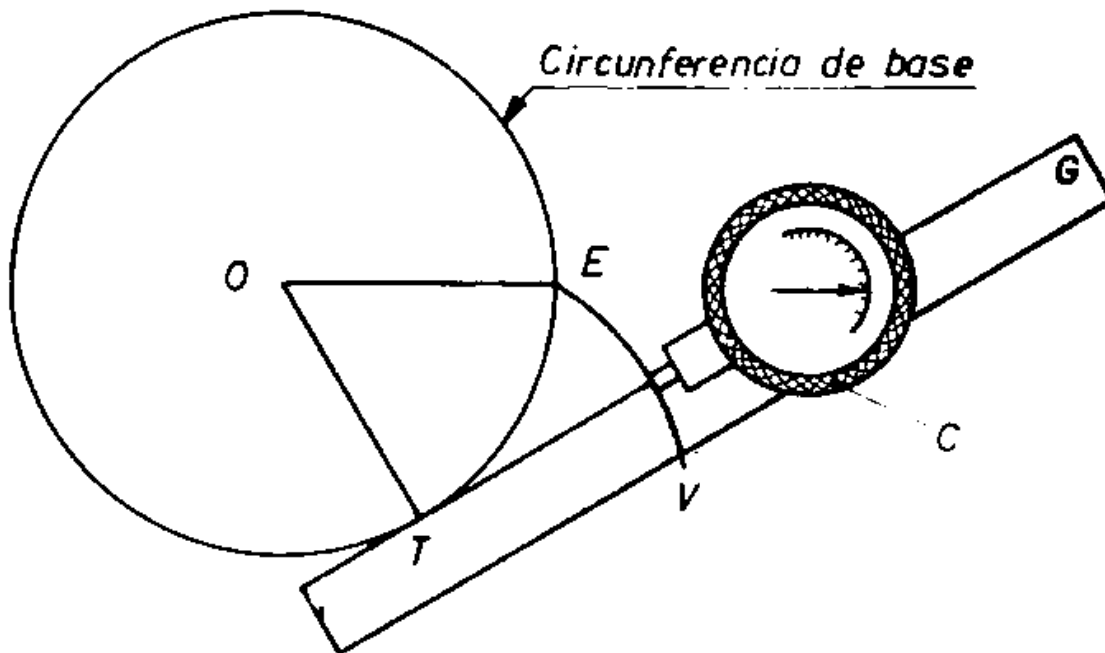


8.2.3. Medición del intervalo entre dientes

Comparador de interiores con contactos de medida esféricos

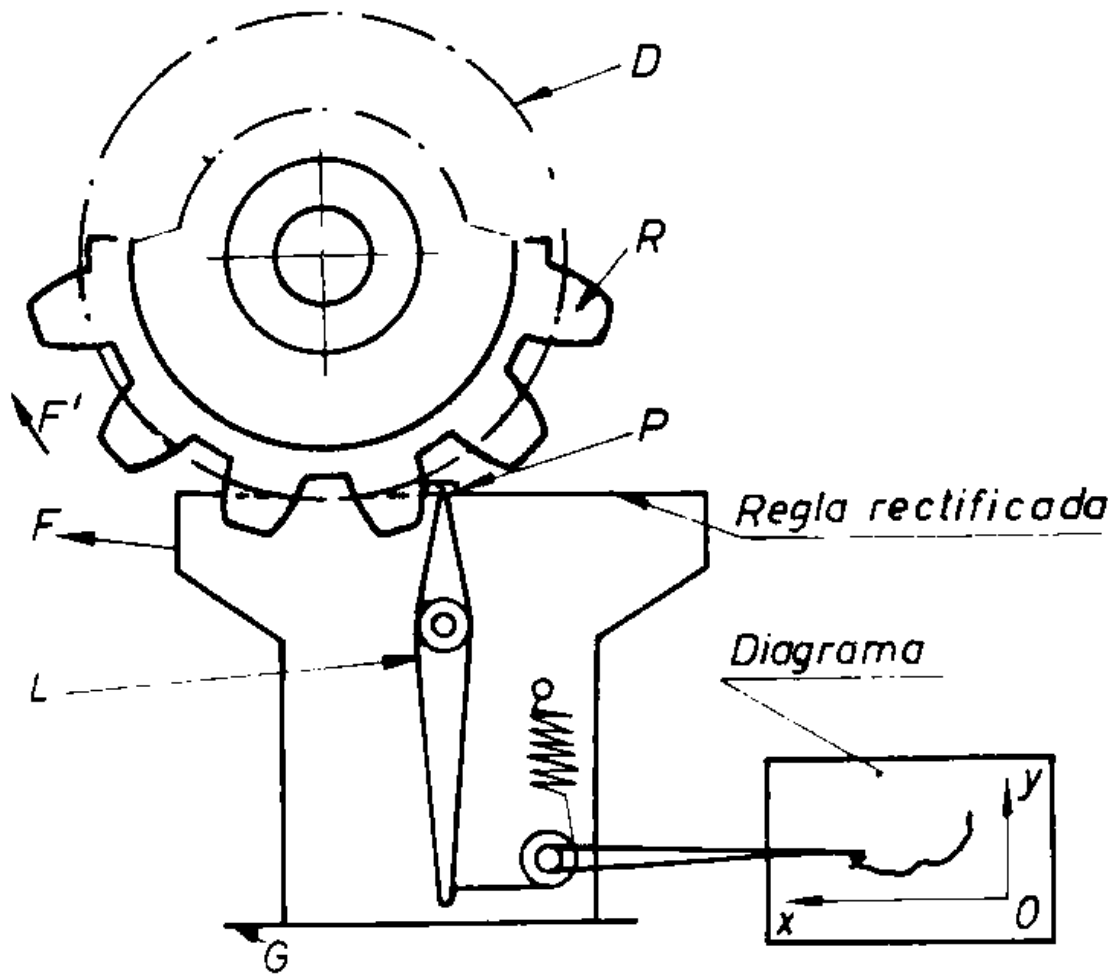


8.2.4. Control del perfil evolvente (I)

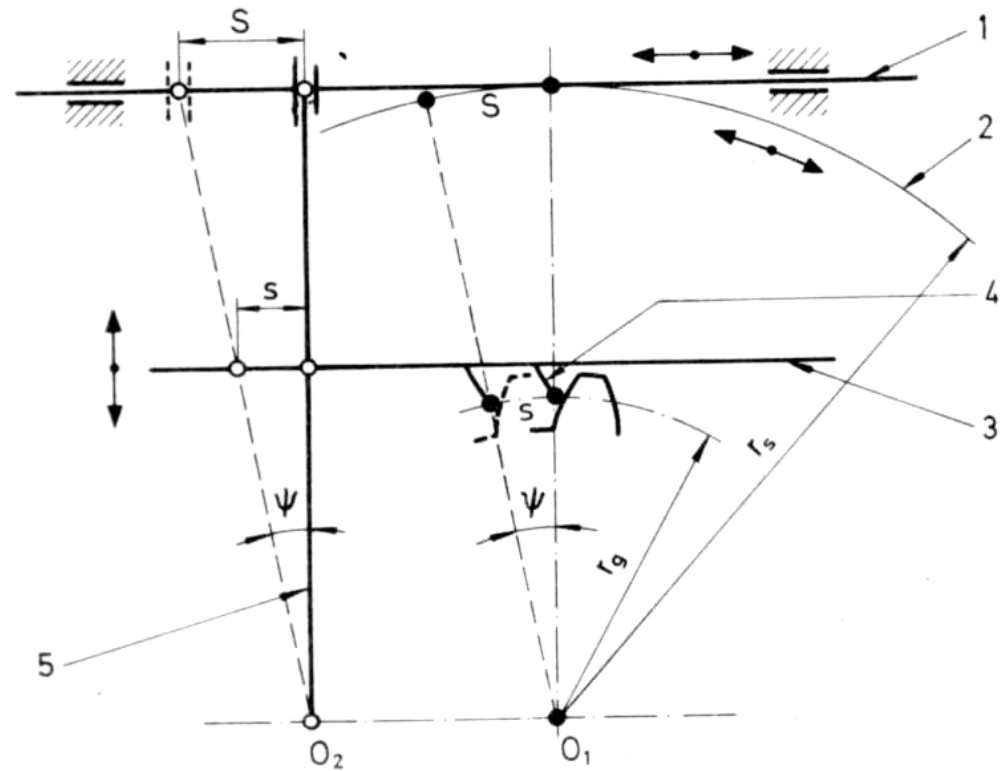
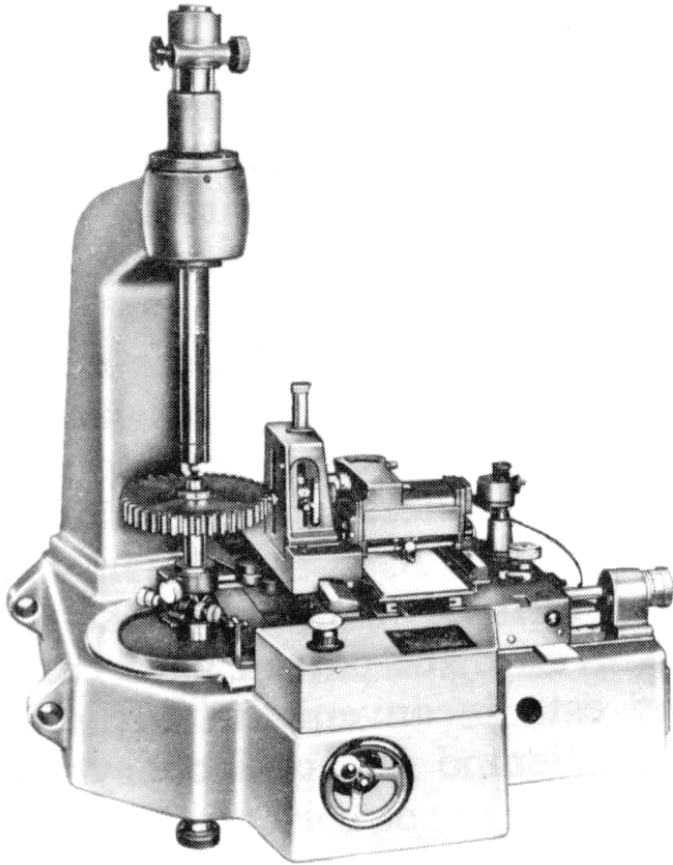


Esquema de un dispositivo para comprobar perfiles evolventes.

8.2.4. Control del perfil evolvente (II)



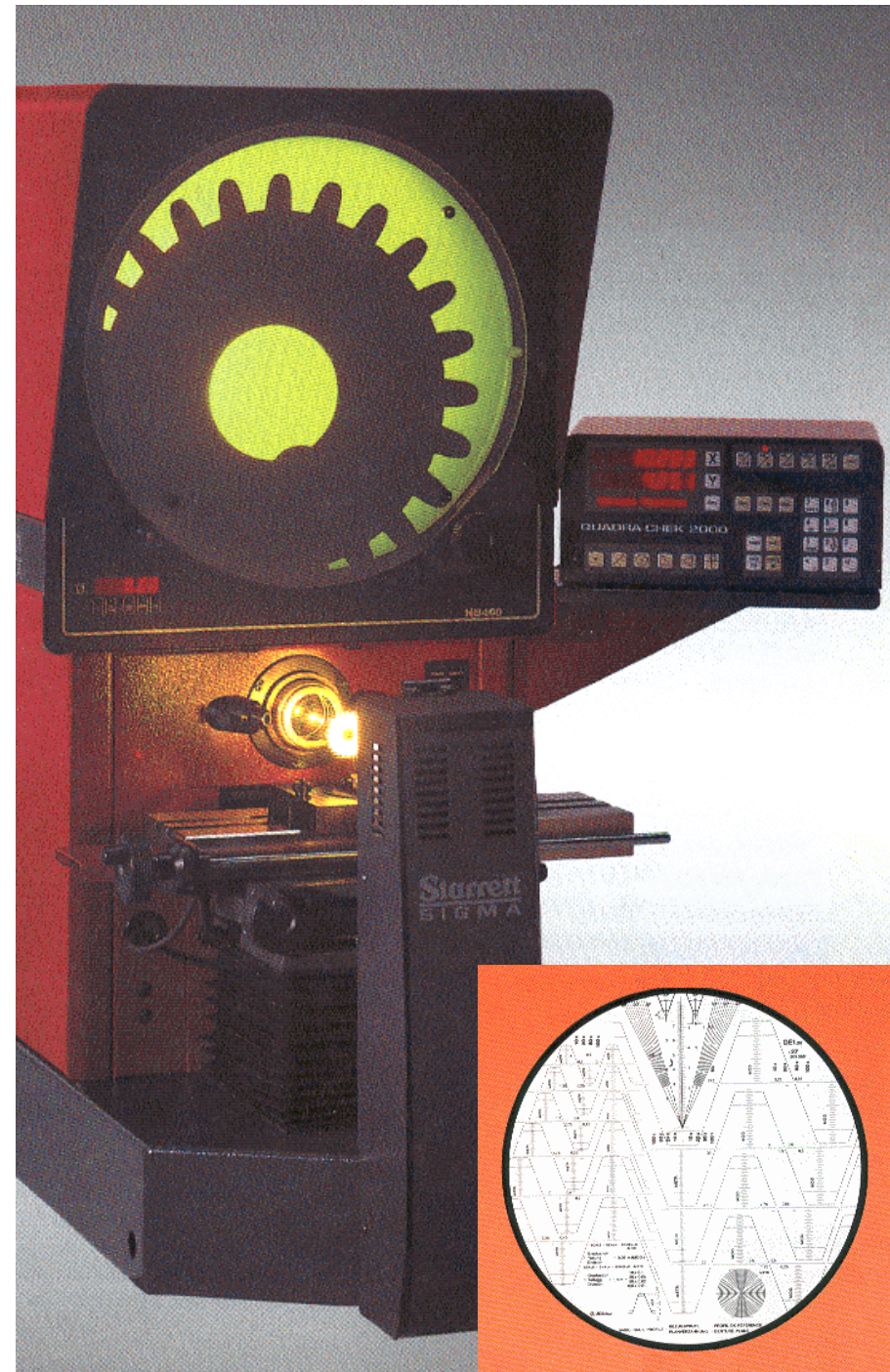
8.2.4. Control del perfil evolvente (III)



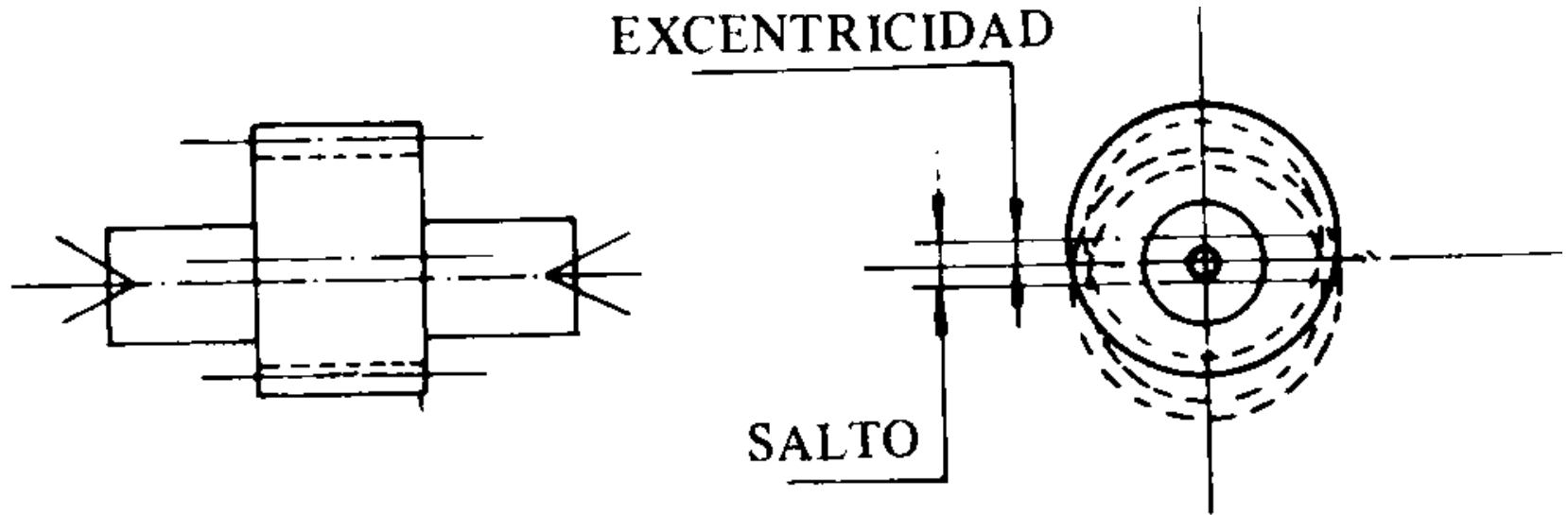
Esquema del principio de funcionamiento

8.2.5. Verificación en proyector de perfiles

- En el proyector de perfiles se pueden medir sobre la imagen ampliada o verificar utilizando plantillas adecuadas todas las características del engranaje.



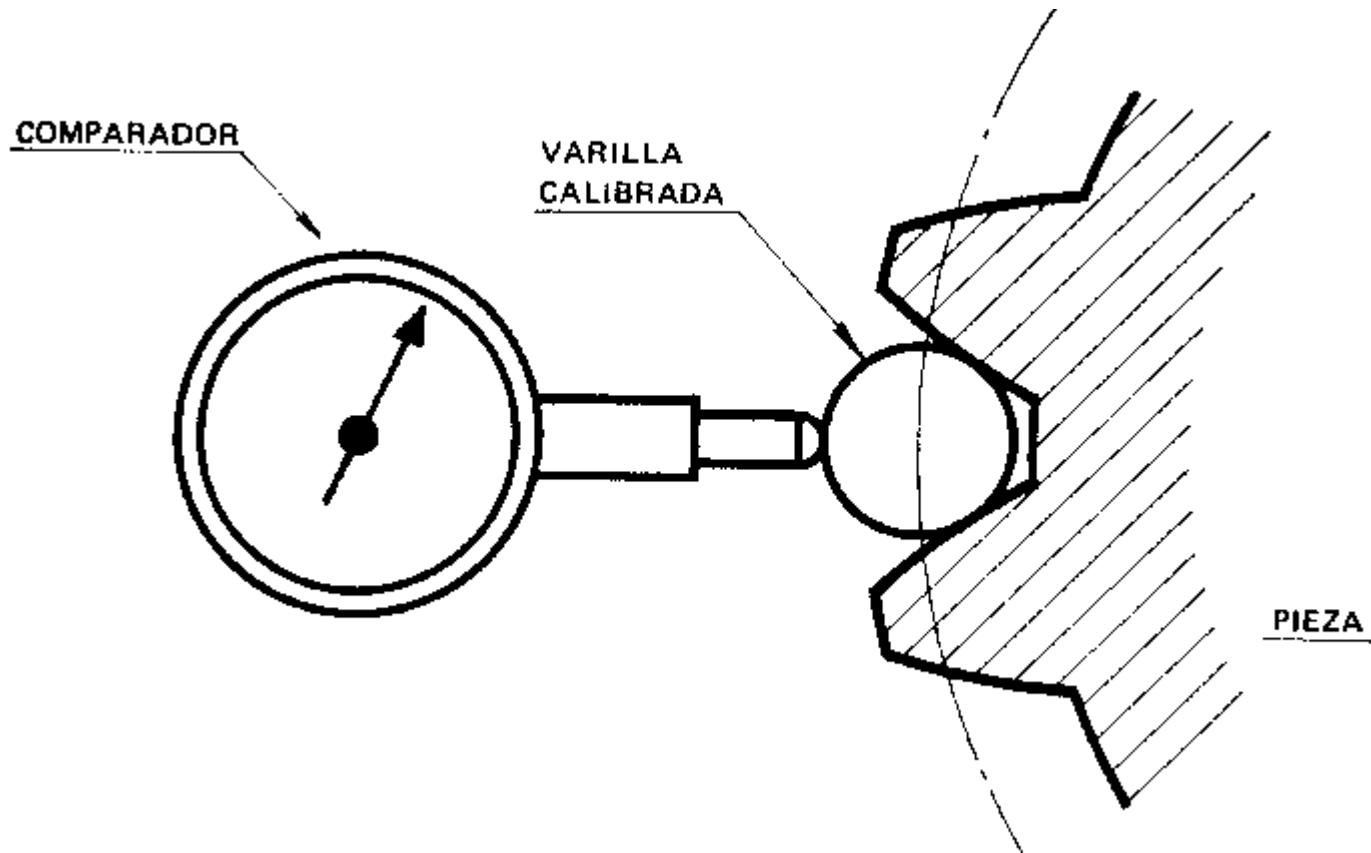
8.2.6. Medición de la excentricidad



La excentricidad del engranaje es el descentramiento del diámetro primitivo respecto al eje de referencia de la pieza, es decir, la distancia que separa al eje geométrico del dentado y el eje de centrado de la pieza

8.2.6. Medición de la excentricidad.

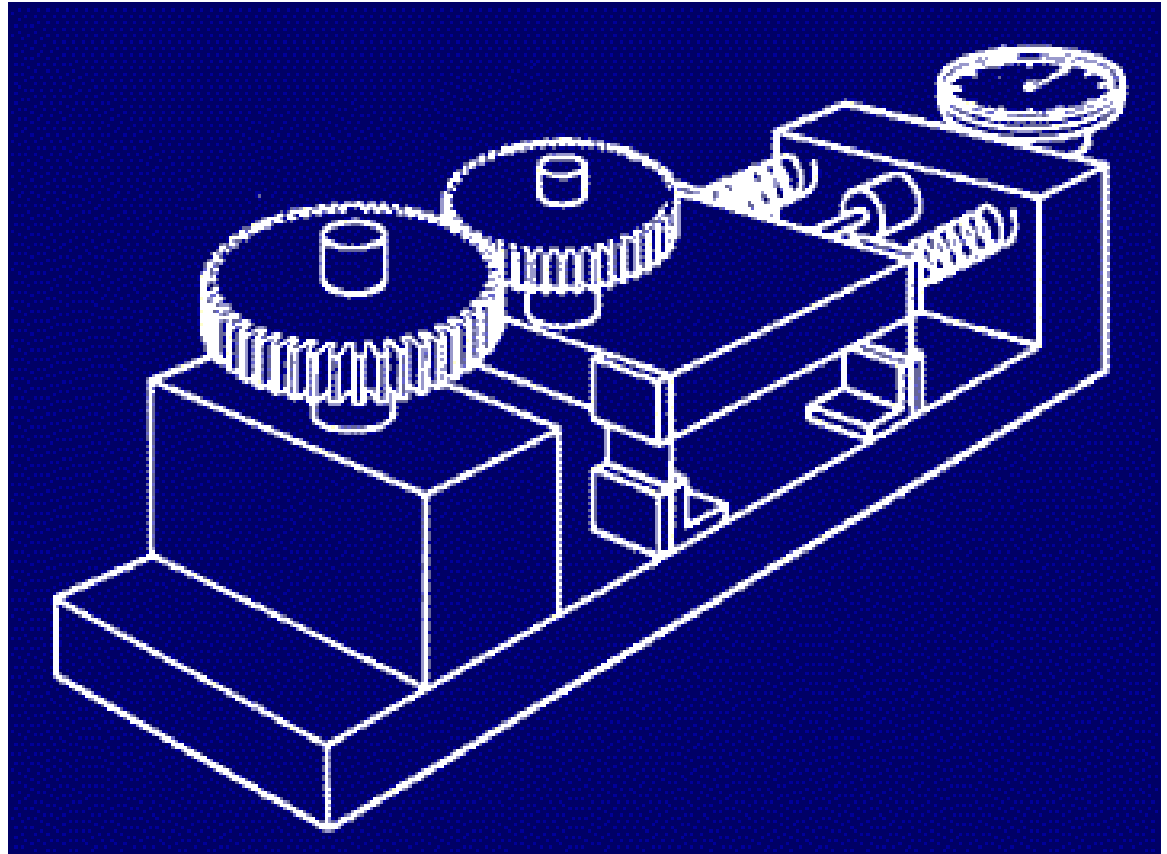
8.2.6.1. Con comparador y varilla calibrada



8.2.6. Medición de la excentricidad.

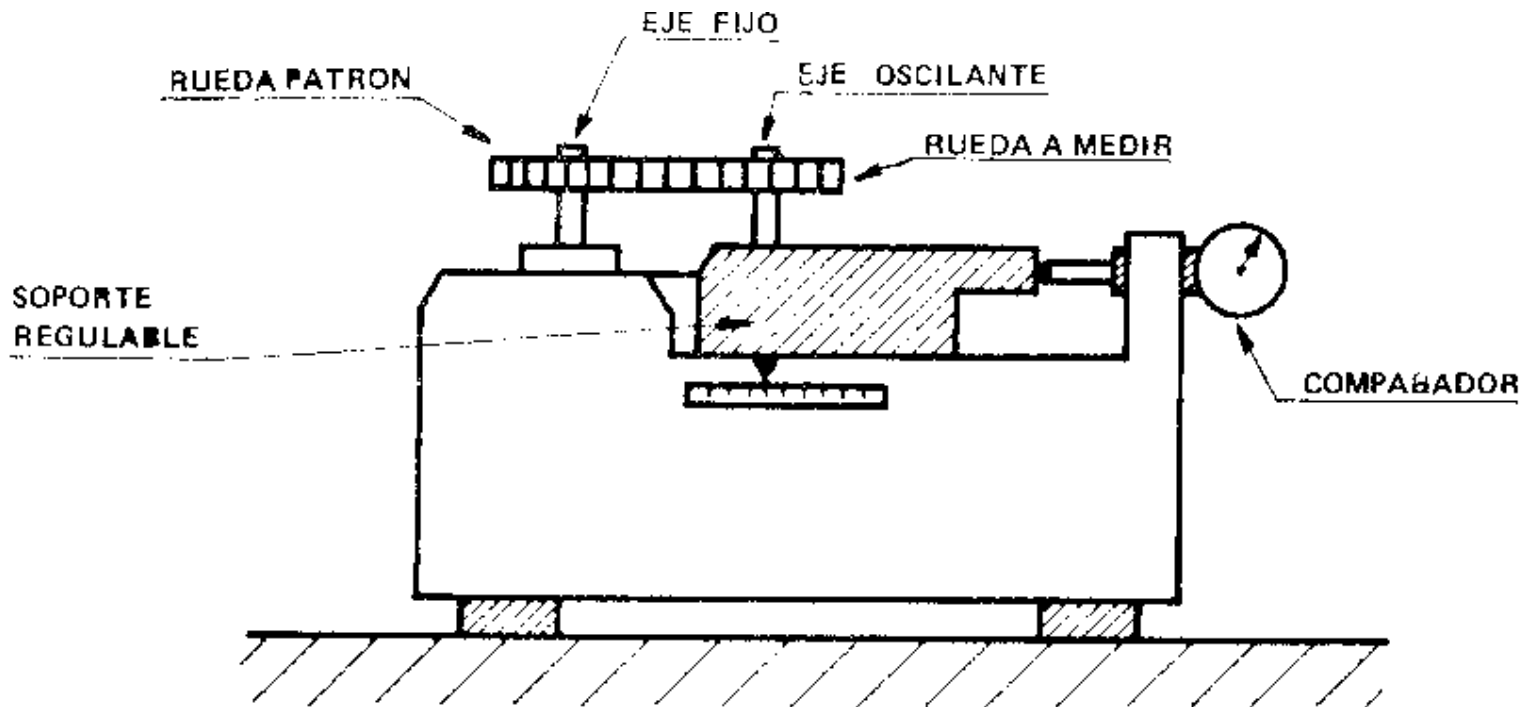
8.2.6.2. Por rodadura contra un perfil patrón.

Dos engranajes, el patrón y el mensurando, engranan entre sí sometidos a una fuerza que actúa en la dirección de sus centros.



8.2.6. Medición de la excentricidad.

8.2.6.2. Por rodadura contra un perfil patrón.



El patrón gira sobre su eje fijo y un reloj comparador indica el desplazamiento del eje regulable del engranaje medido

8.2.6. Medición de la excentricidad:

8.2.6.2. Por rodadura contra un perfil patrón

- Durante la medición según este principio los engranajes a controlar se hacen engranar con engranajes maestros.



- Los engranajes maestros se clasifican en varias calidades de acuerdo con DIN3790 y 58420. Sus dientes una vez mecanizados pasan por un proceso de superacabado.

8.2.6. Medición de la excentricidad.

8.2.6.2. Por rodadura contra un perfil patrón.

La configuración del instrumento es modular. La unidad básica se adapta a multitud de tipos de engranajes distintos sin más que cambiar fijaciones y soportes en la bancada.



8.2.6. Medición de la excentricidad.

8.2.6.2. Por rodadura contra un perfil patrón.

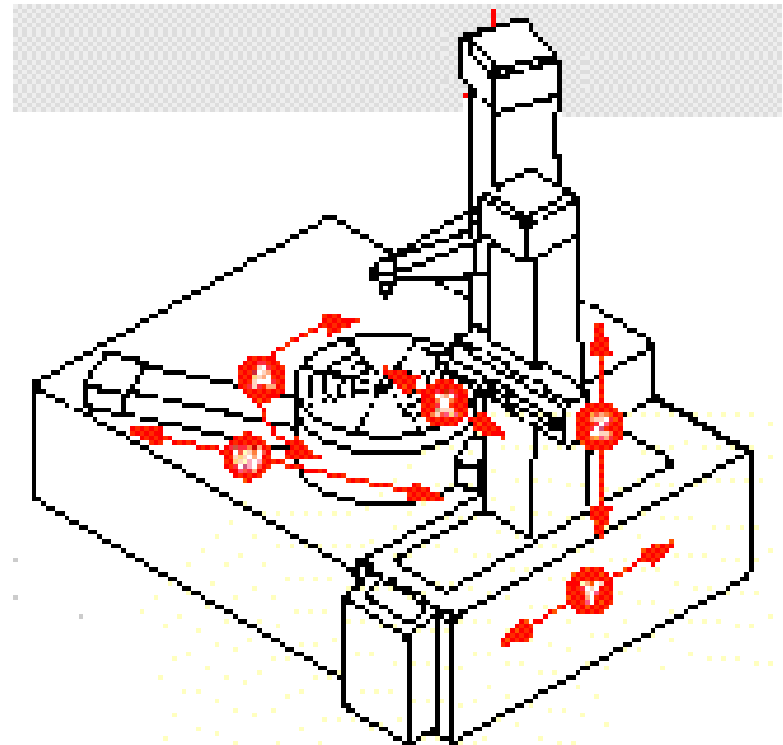
Los equipos actuales de control numérico gobiernan todos los grados de libertad desde el PC y trabajan en



Entornos amigables para el usuario. Se complementan con software para tratamiento estadístico de las mediciones efectuadas.

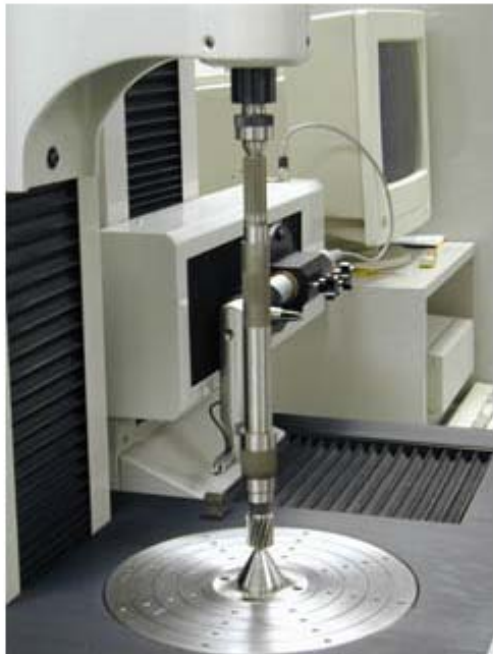
8.3. Medición de engranajes por coordenadas

- Sistema de cinco grados de libertad diseñado por M&M precision para control del proceso



8.3. Medición de engranajes por coordenadas

- Sistemas de medición complejos permiten la inspección por palpado mecánico u óptico y el tratamiento posterior de la información



8.3. Medición de engranajes por coordenadas: Aplicación



Bibliografía

Catálogos de MITUTOYO, STARRET, BROWN & SHARPE y TESA

TITULO: Curso de Metrología Dimensional.

AUTOR: Carro de Vicente Portela.

EDITORIAL: E.T.S.I.I. de Madrid 1978. pp 169.

TITULOS: Consejos de metrología de la A.E.C.C. (varios)

AUTOR: Comité de Metrología de la A.E.C.C. Madrid.

EDITORIAL: Asociación Española de Control de Calidad.

TITULO: Clasificación de instrumentos de metrología dimensional.

AUTOR: Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.

Dirección General de Política Tecnológica.

EDITORIAL: Sección Publicaciones Ingenieros Industriales. Madrid, 1992.

TÍTULO: Metrología básica

AUTOR: Manrique, E., Casanova, A.

EDITORIAL: Edebé