

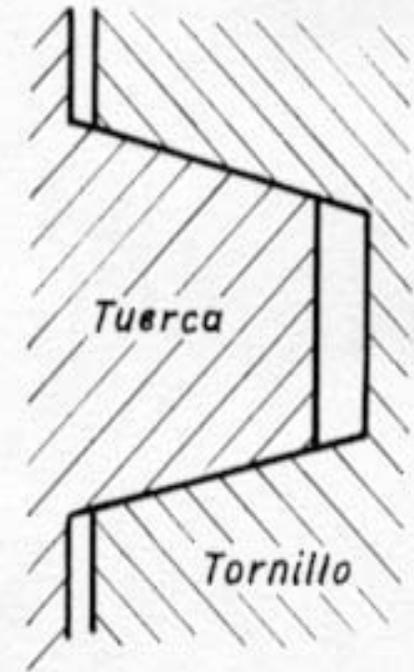
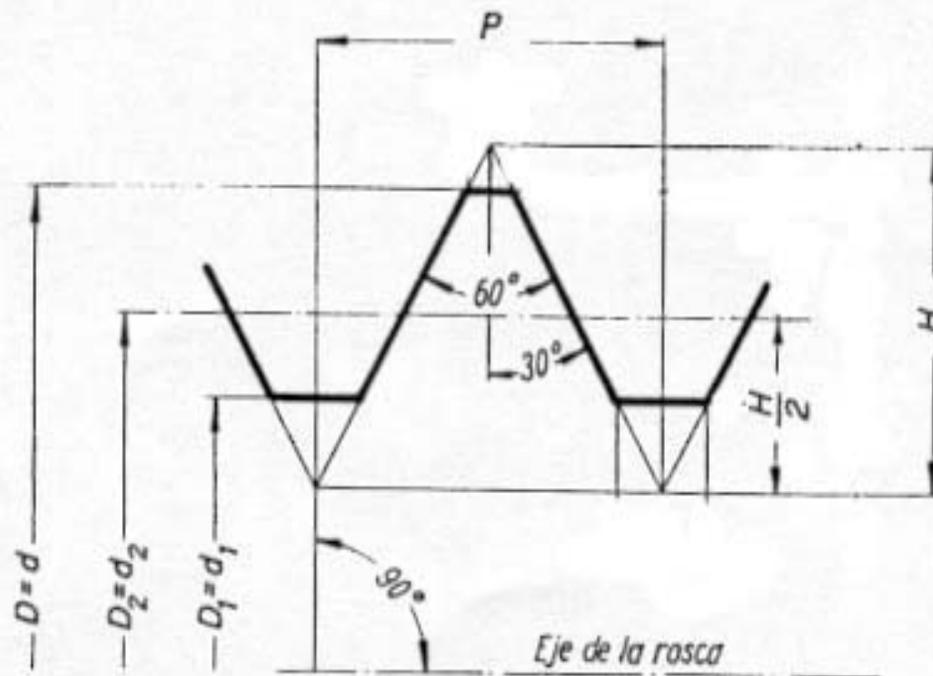
7. Control de roscas

- 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

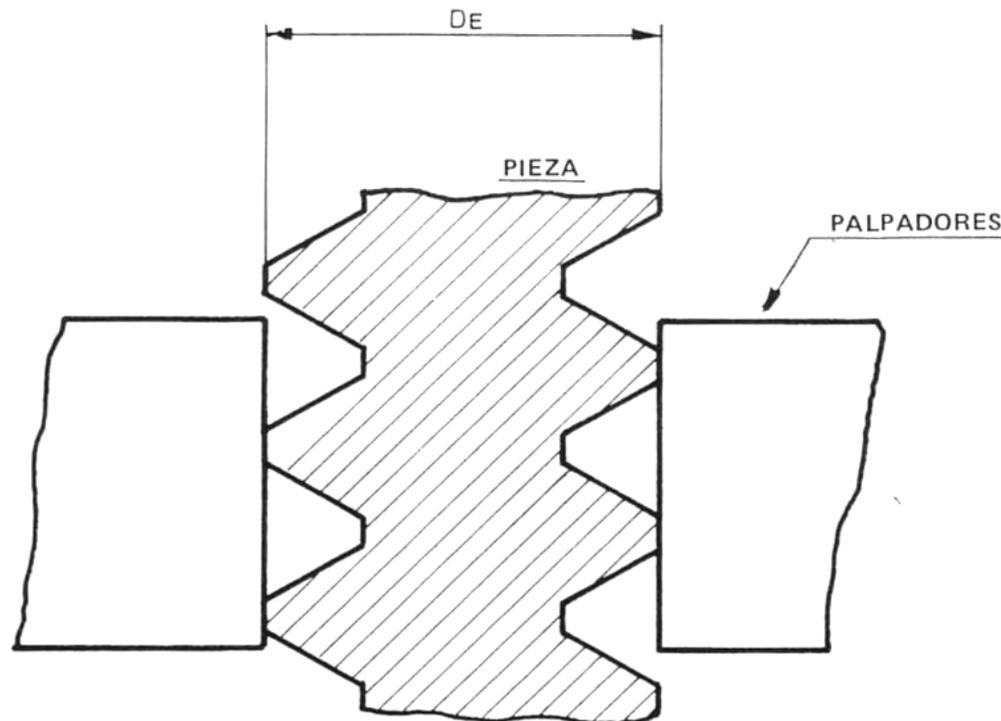
- Diámetro exterior o nominal. (d)
- Diámetro interior o de fondo. (d_1)
- Diámetro de flanco o medio. (d_2)
- Ángulo de flanco. (α)
- Paso. (P)

7.1. Elementos que definen una rosca



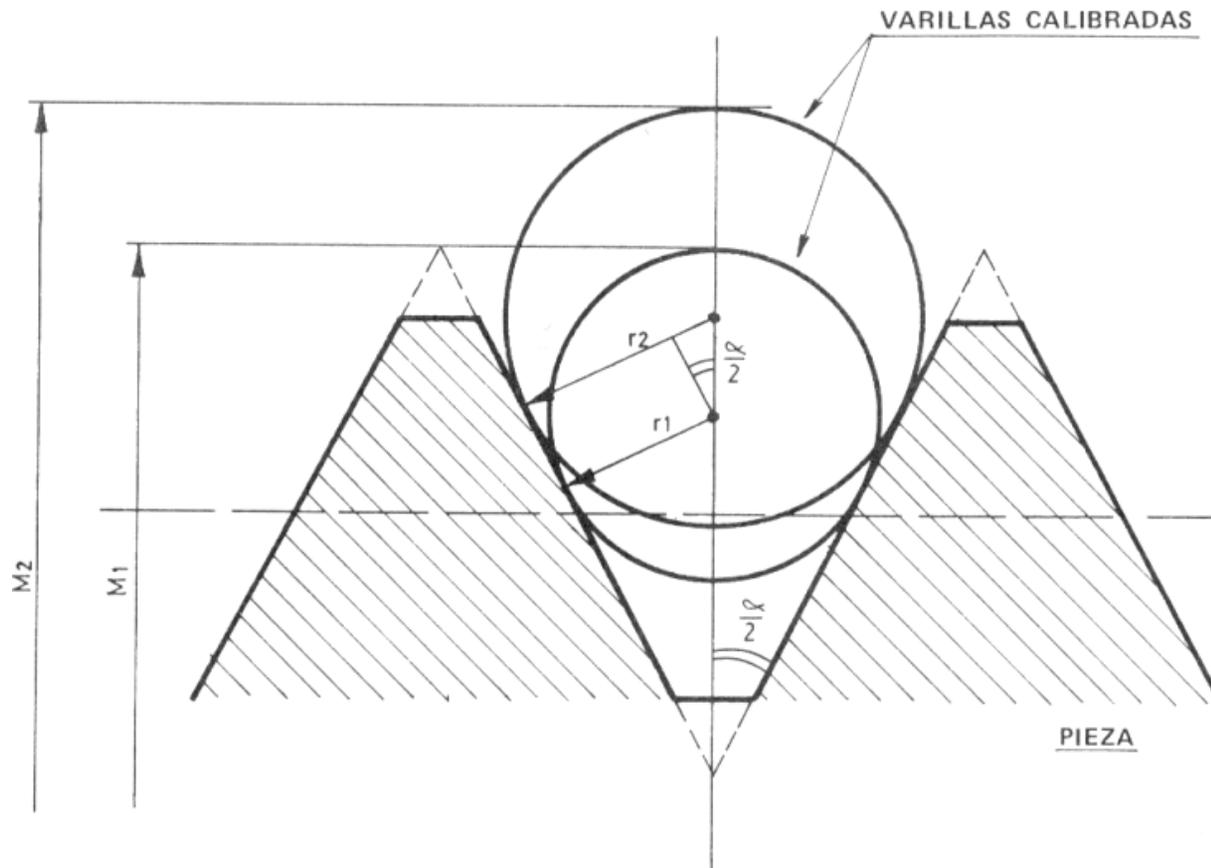
7.2. Control de roscas exteriores:

7.2.1. Medición del diámetro exterior (o nominal)



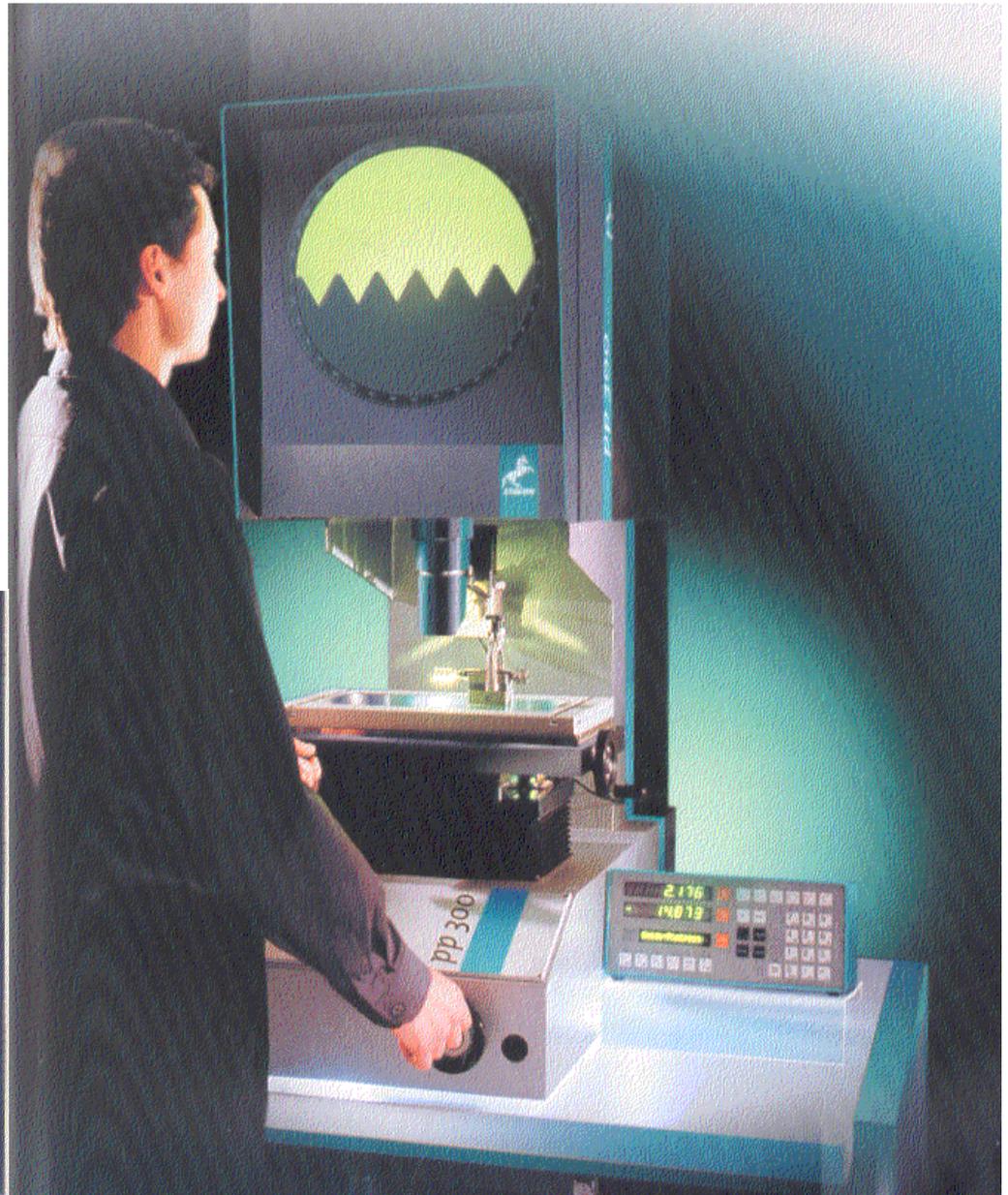
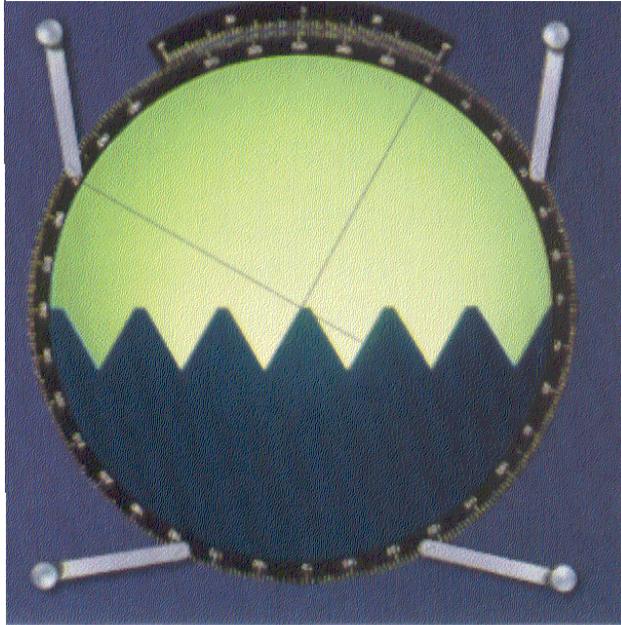
7.2.2. Medición del ángulo

7.2.2.1. Método de las dos varillas.



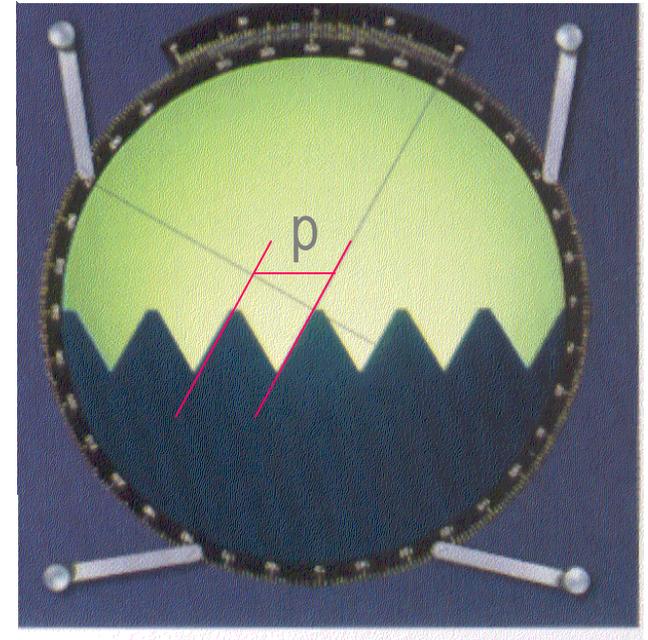
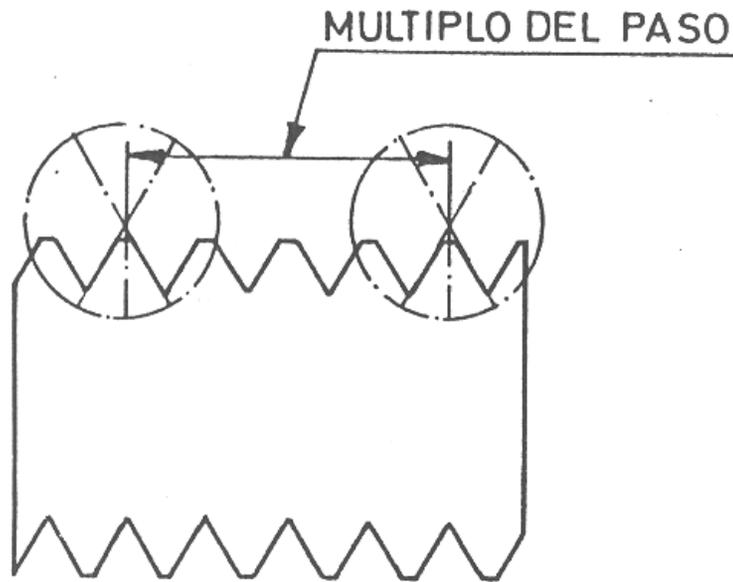
7.2.2. Medición del ángulo:

7.2.2.2. Proyector de perfiles.



7.2.3. Control del paso de rosca.

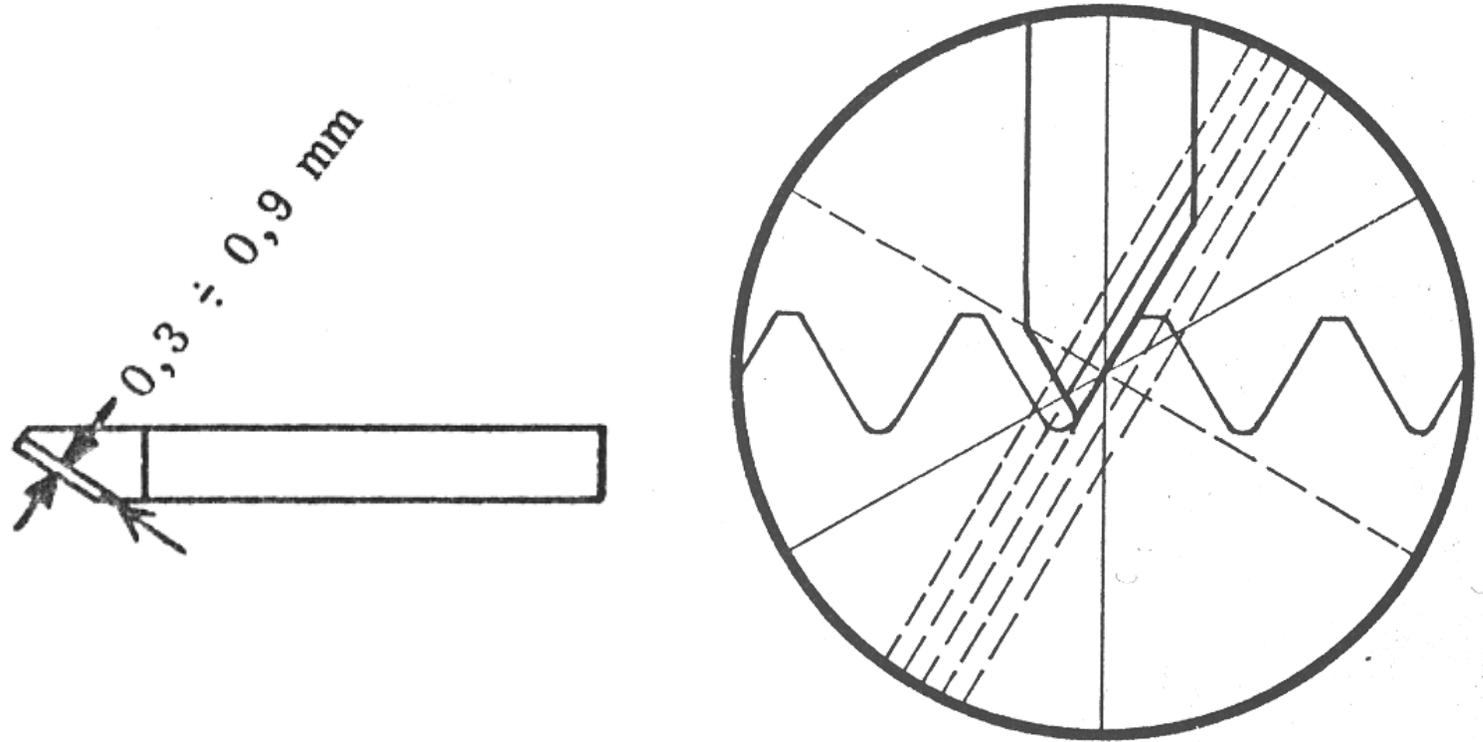
7.2.3.1. Proyector de perfiles.



- 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.

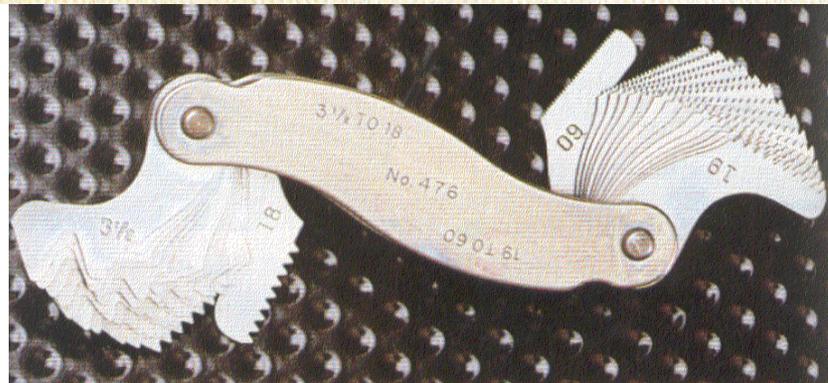
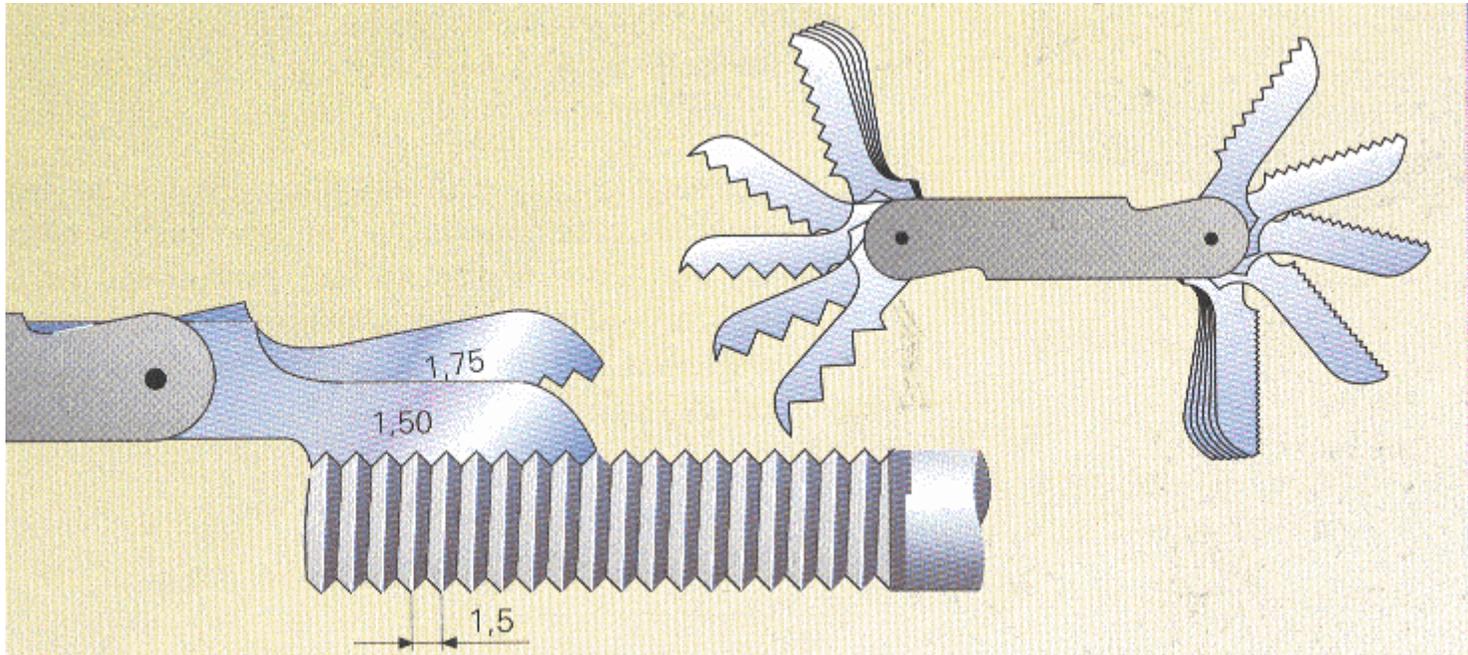
7.2.3.2. Proyector de perfiles.



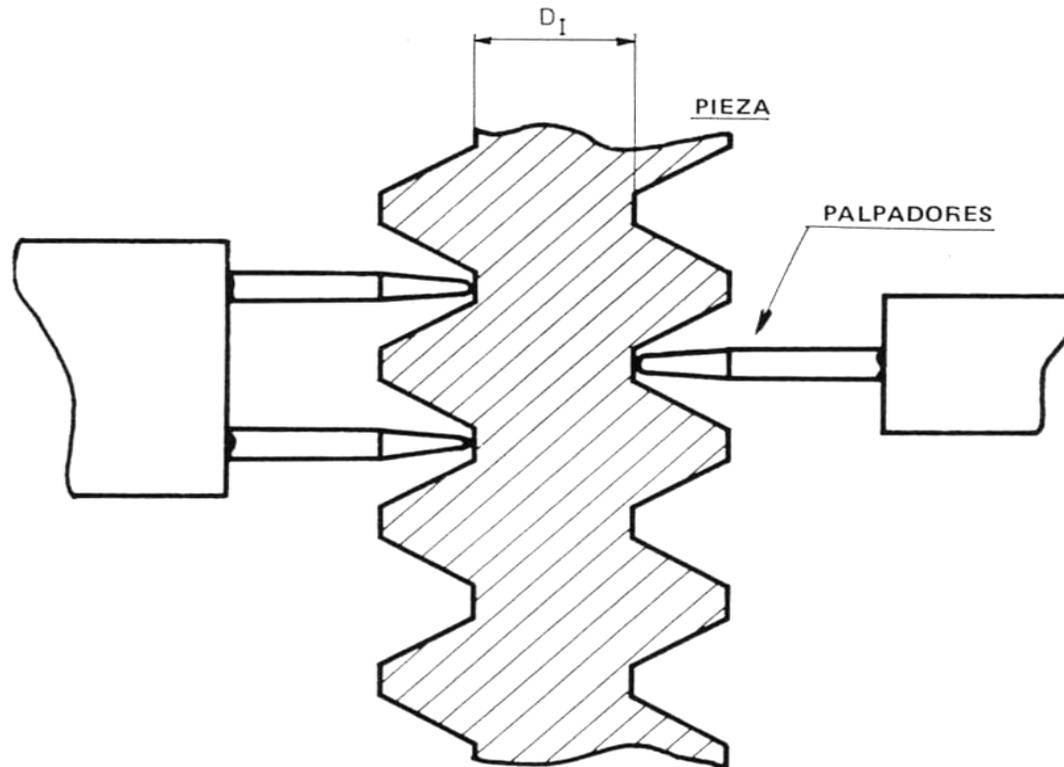
- Para solucionarlo, el retículo del proyector se hace enrasar con la línea de referencia de unas cuchillas biseladas, mejor definida.

7.2.3. Control del paso de rosca.

7.2.3.3. Patrones de perfil de rosca.

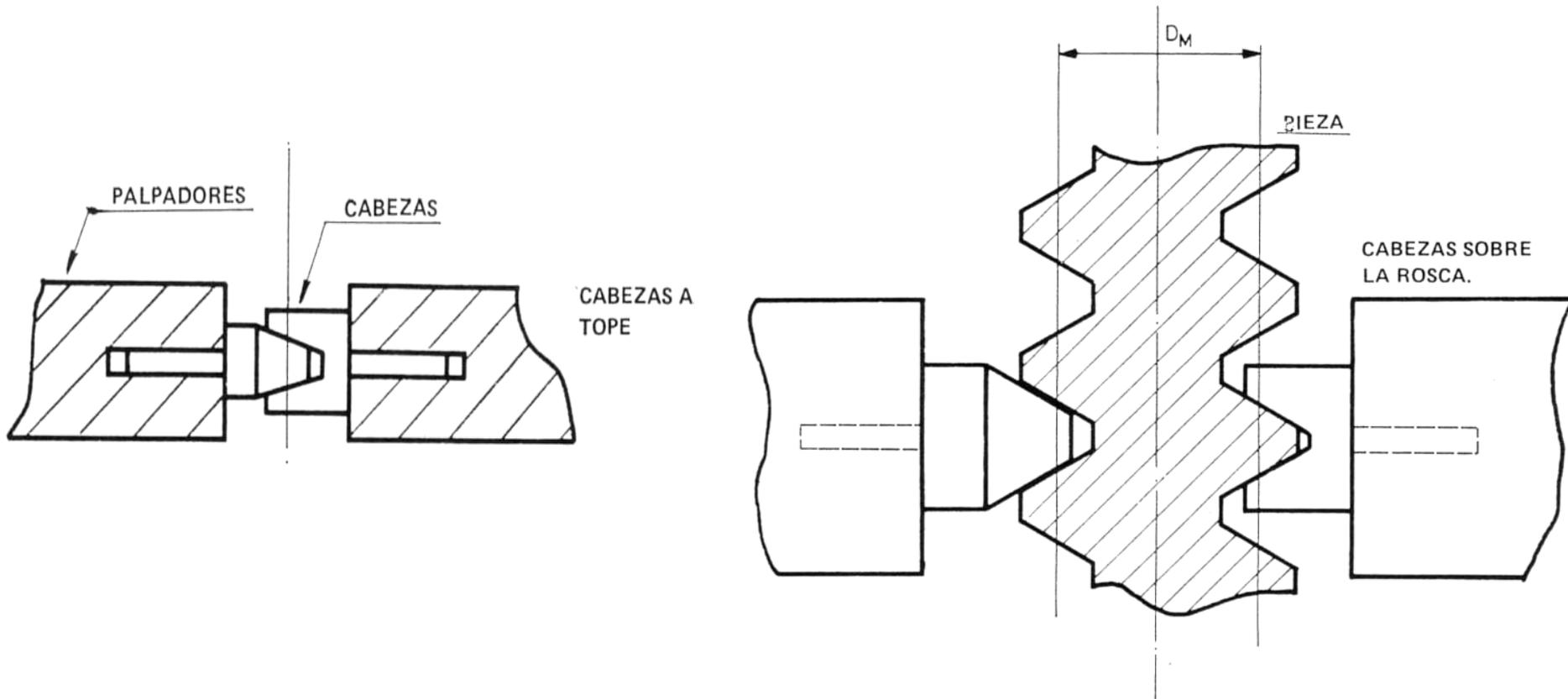


7.2.4. Medición del diámetro interior



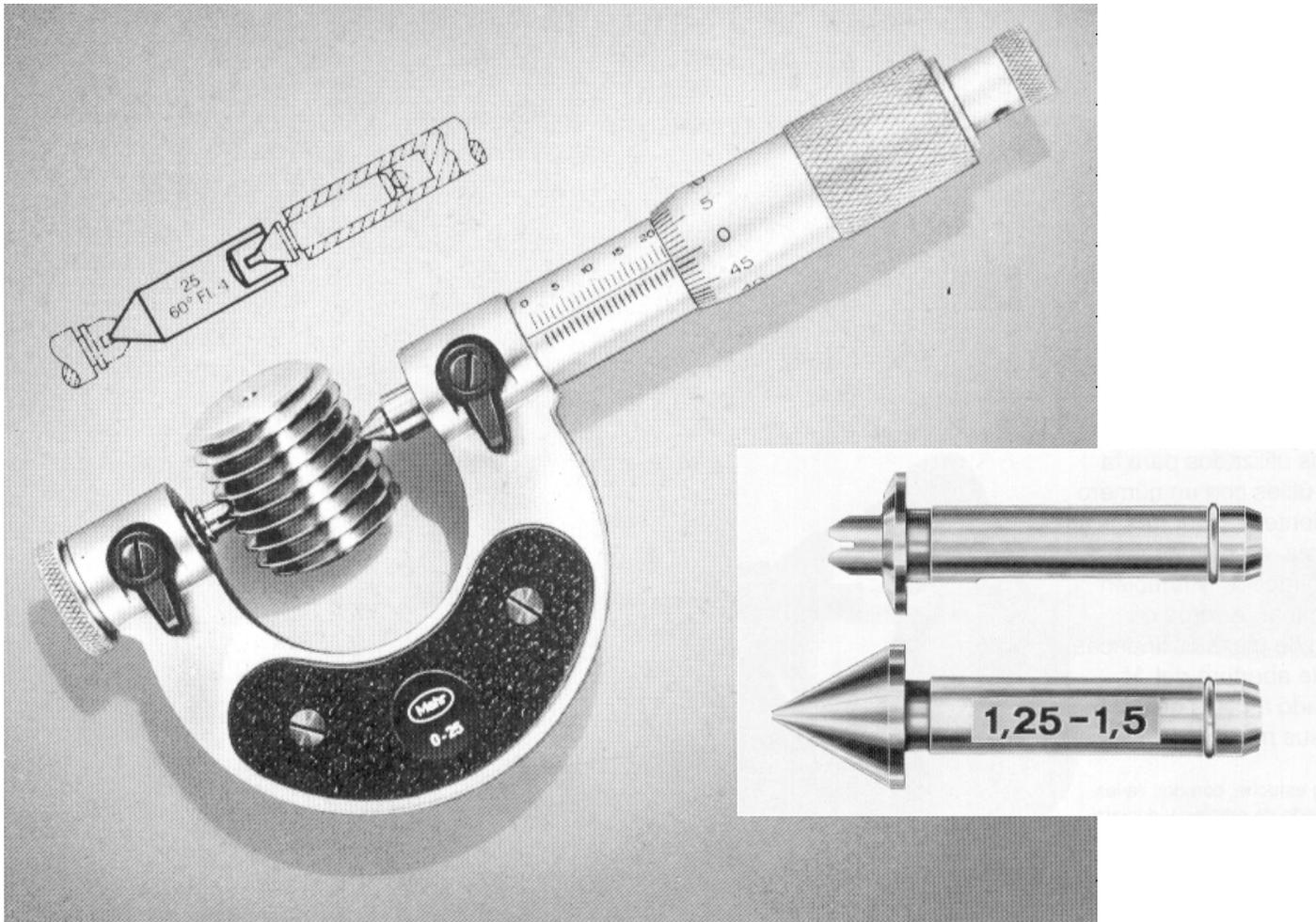
7.2.5. Medición del diámetro medio.

7.2.5.1. Contactos en forma de cono y V



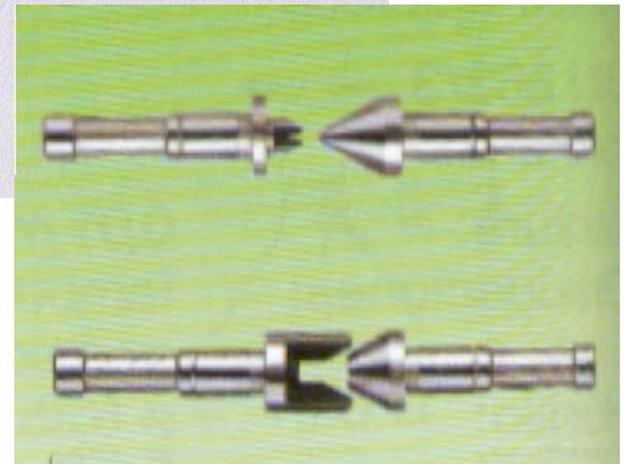
7.2.5. Verificación del diámetro medio.

7.2.5.1. Contactos en forma de cono y V



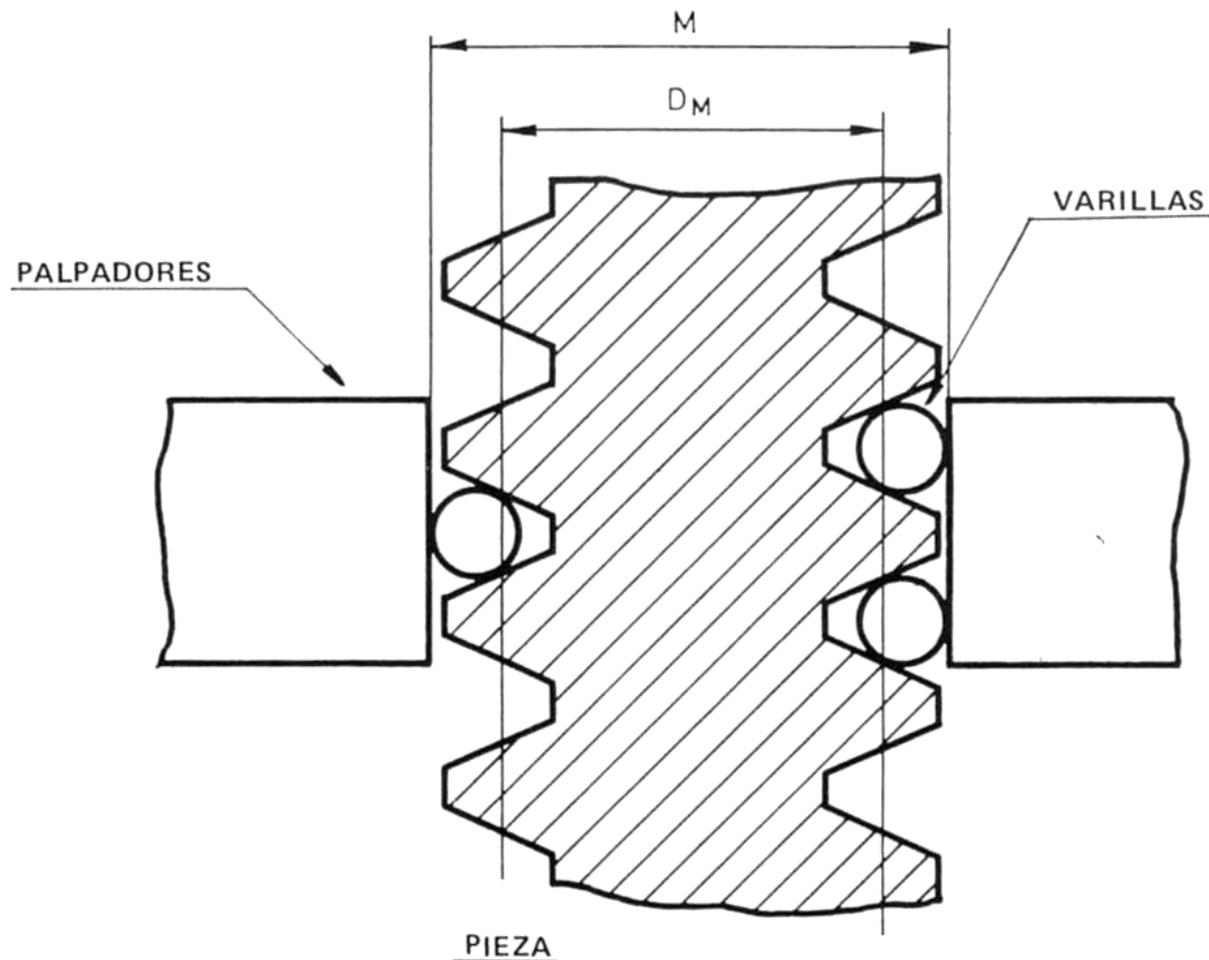
7.2.5. Medición del diámetro medio:

7.2.5.1. Contactos en forma de cono y V



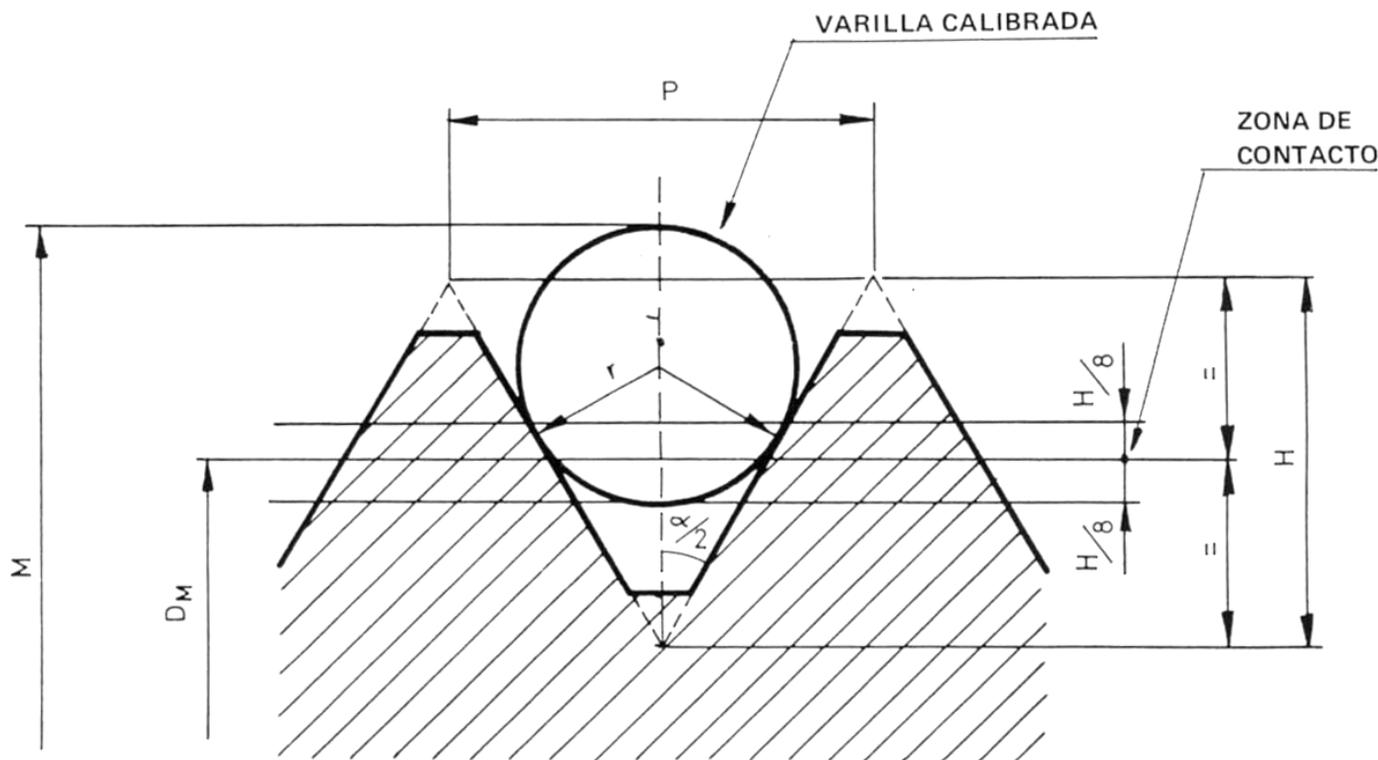
7.2.5. Medición del diámetro medio:

7.2.5.2. Método de las 3 varillas



7.2.5. Medición del diámetro medio.

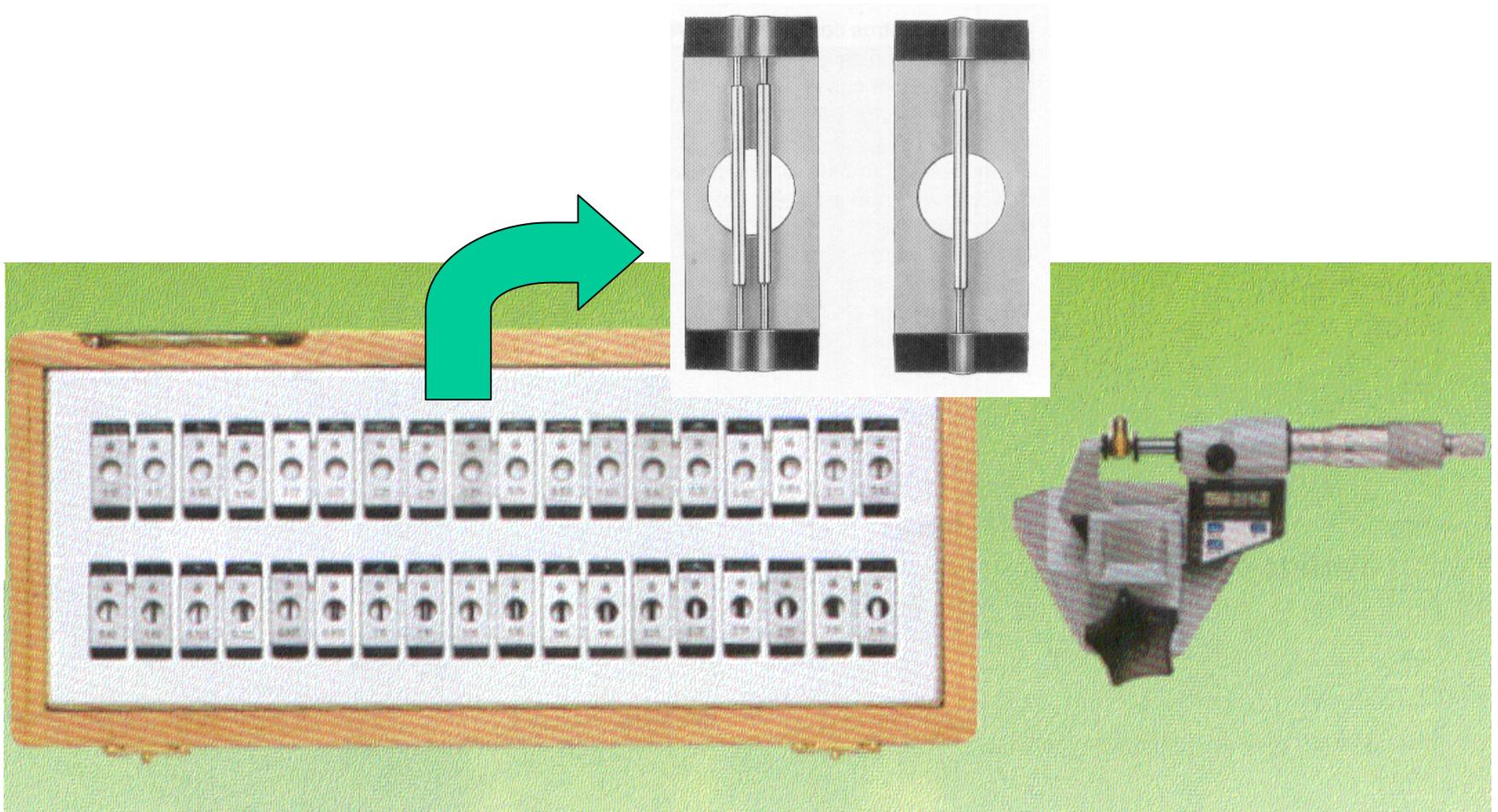
7.2.5.2. Método de las 3 varillas.



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

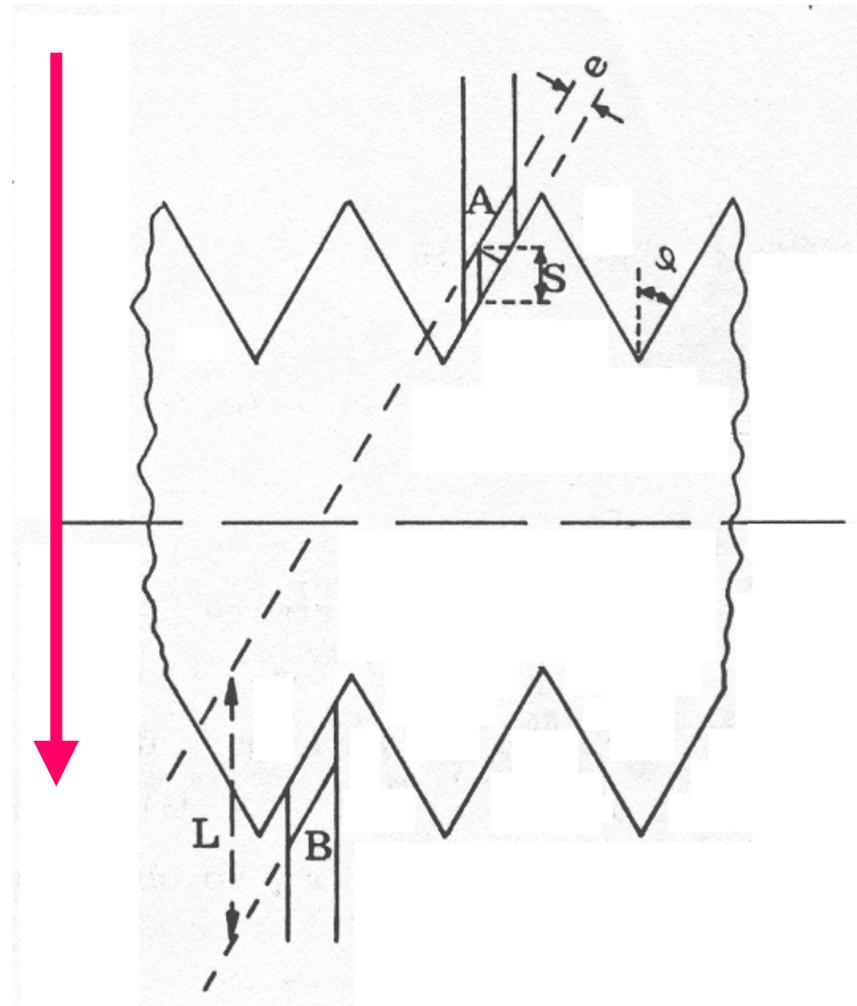
7.2.5. Medición del diámetro medio.

7.2.5.2. Método de las 3 varillas

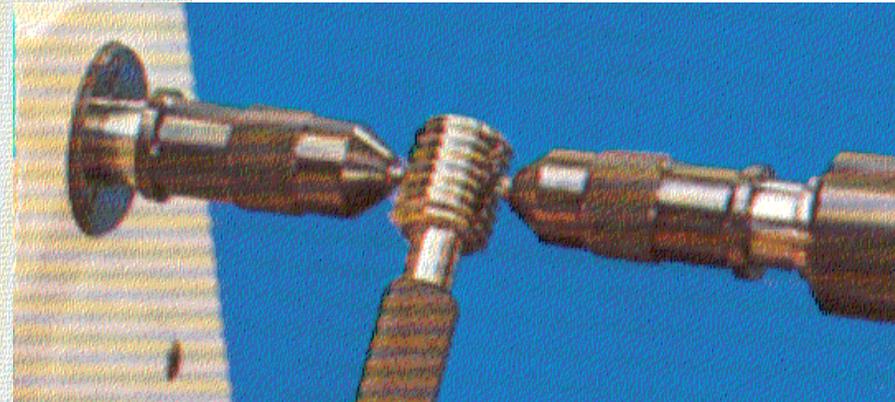
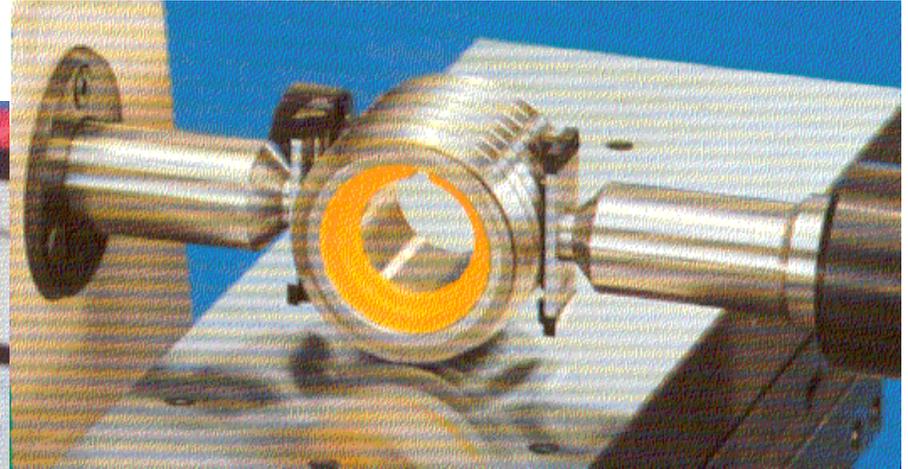
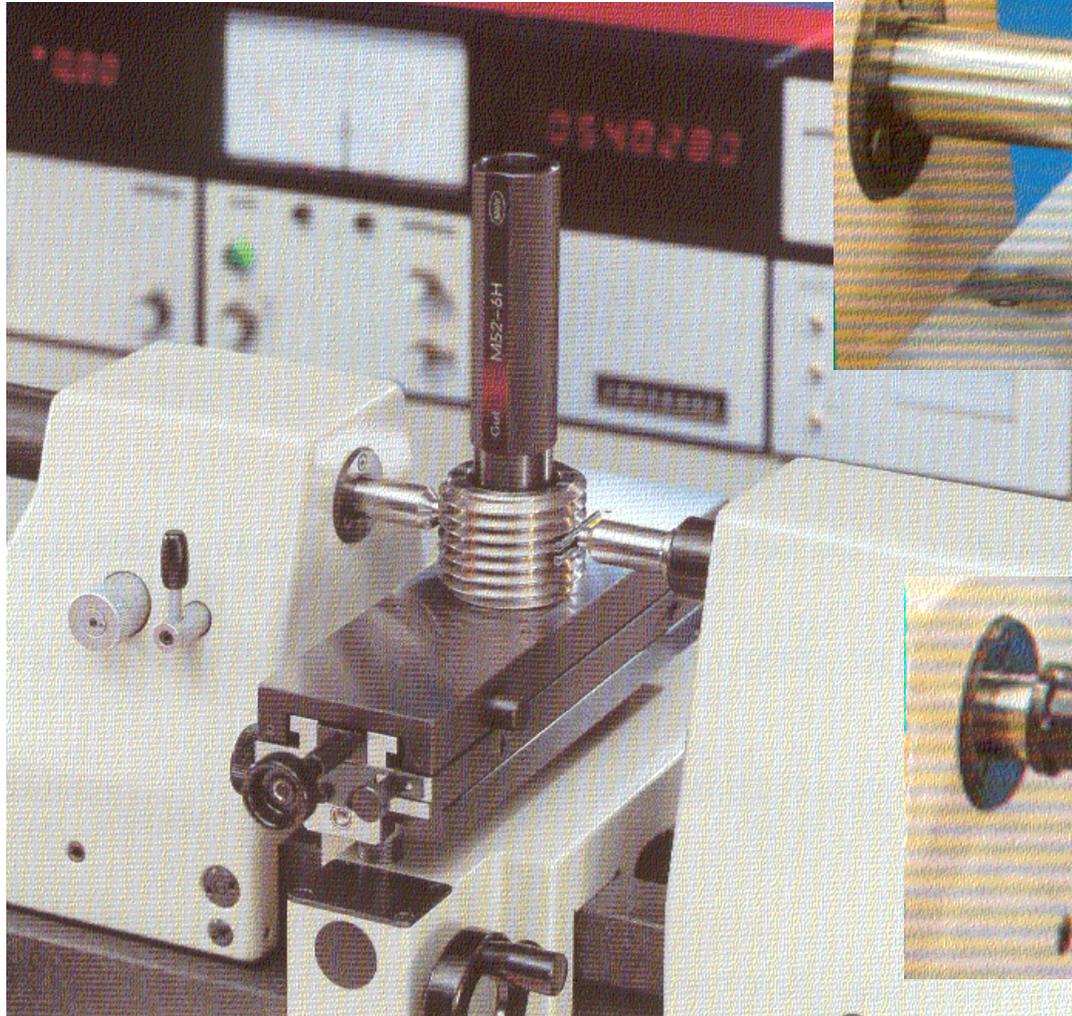


7.2.5. Medición del diámetro medio: 7.2.5.3. Proyector de perfiles

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

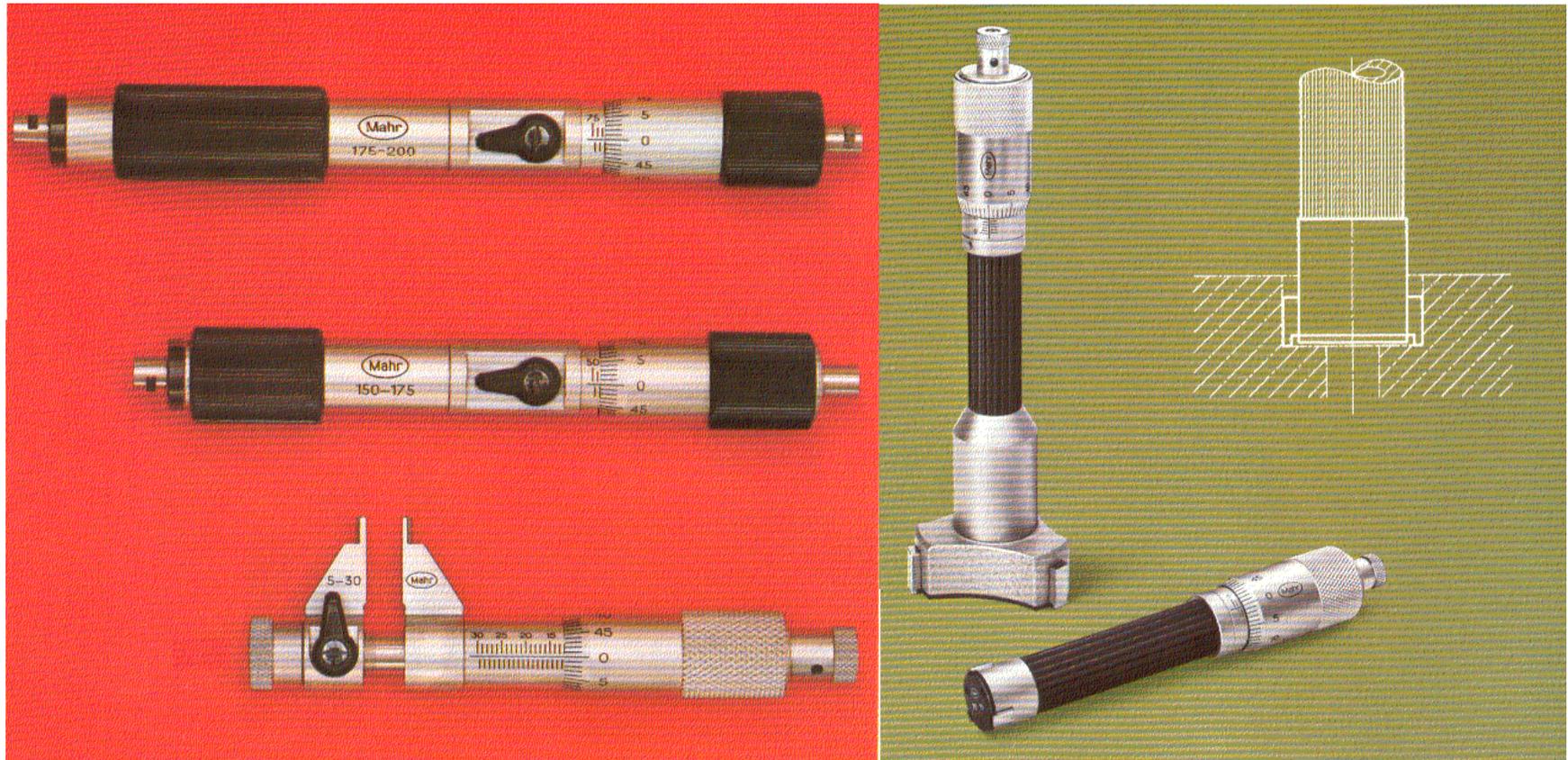


7.2.6. Control completo en la medidora universal



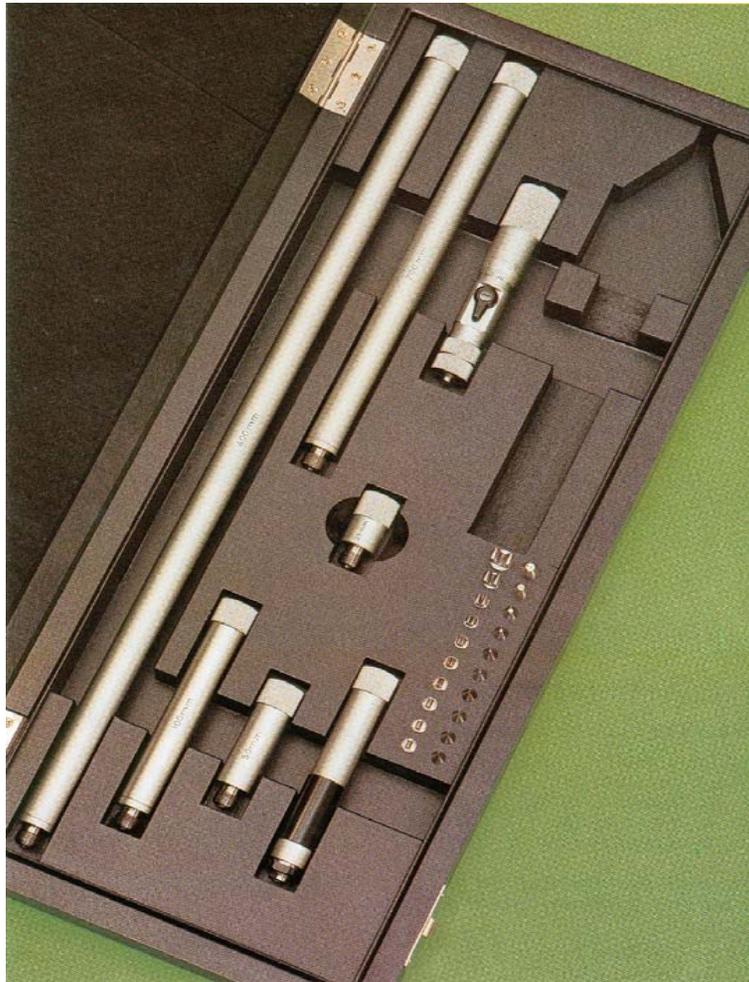
7.3. Control de roscas interiores

7.3.1. Medición del diámetro interior: Micrómetros de interiores



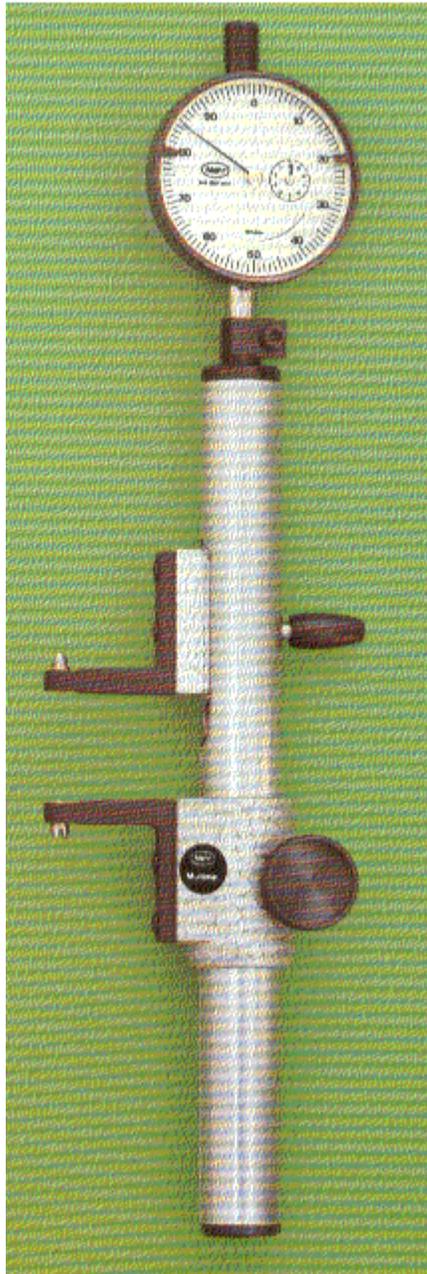
7.3.2. Medición del diametro medio:

7.3.2.1. Micrómetros de interiores con contactos específicos



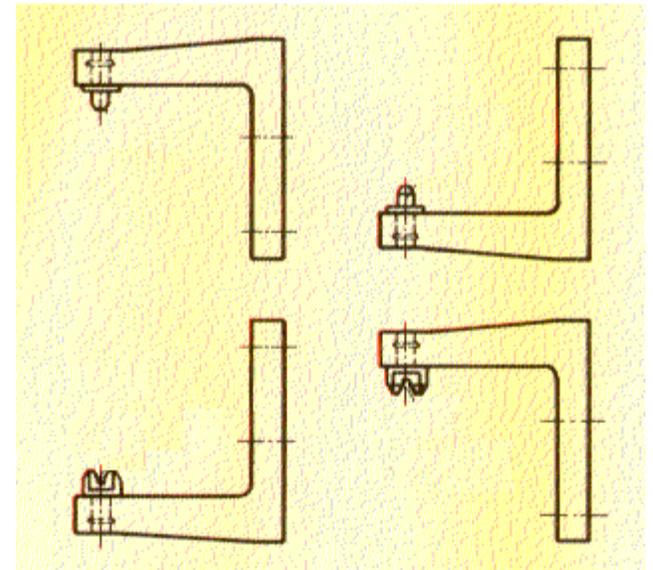
- Análogo al micrómetro de exteriores equipado con contactos en forma de cono y V

7.3.2. Medición del diámetro medio.



7.3.2.2. Comparador con contactos específicos

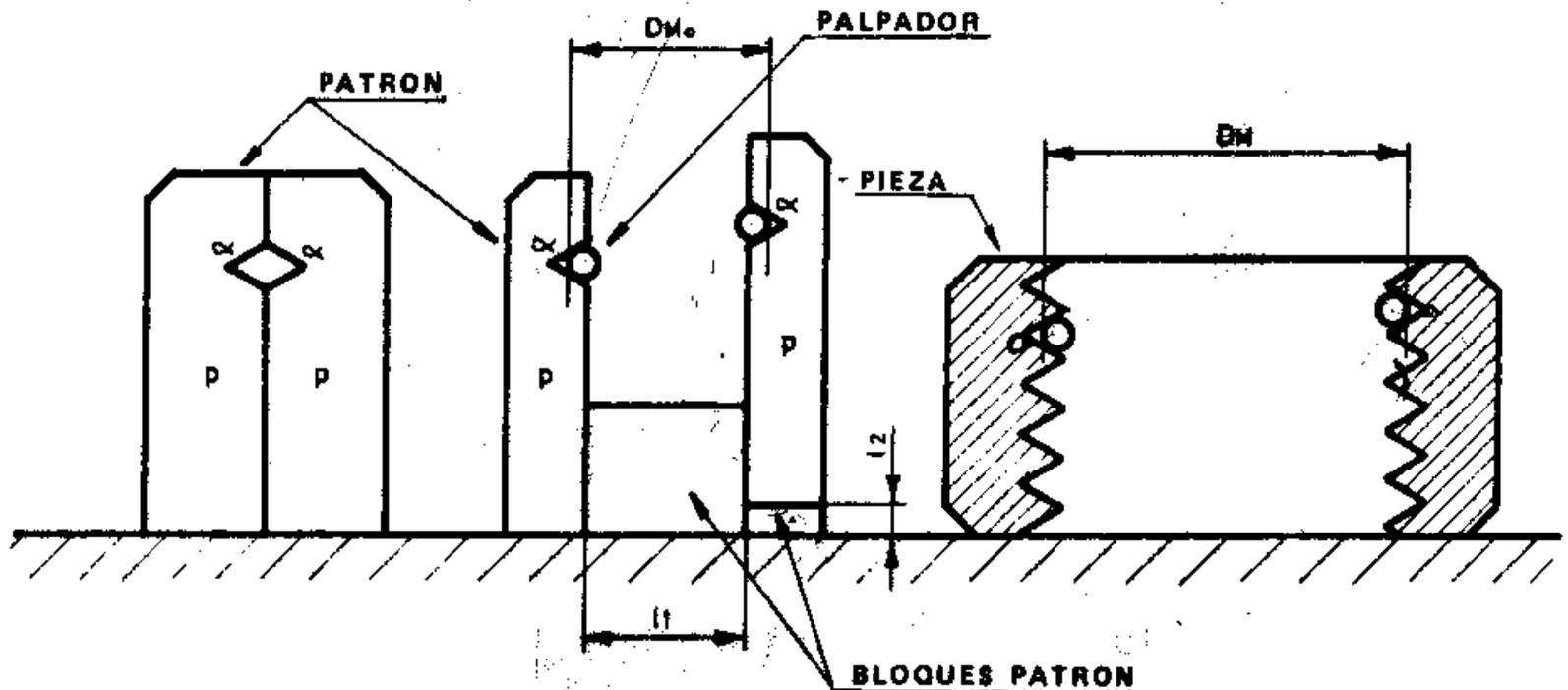
- Uno de los dos brazos palpadores es retráctil y transmite su movimiento al reloj comparador
- El instrumento es válido para roscas exteriores o interiores



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

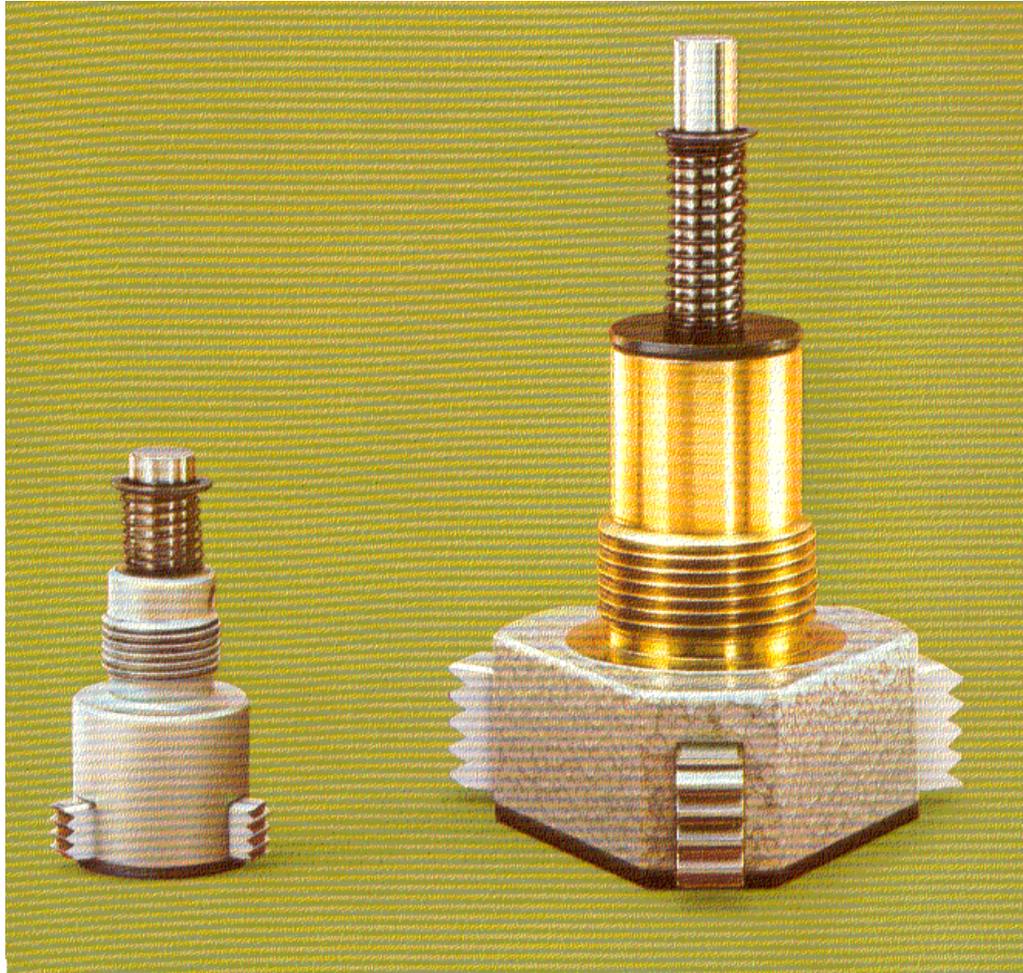


7.3.2. Medición del diámetro medio:

7.3.2.3. Patrón de rosca y medidora

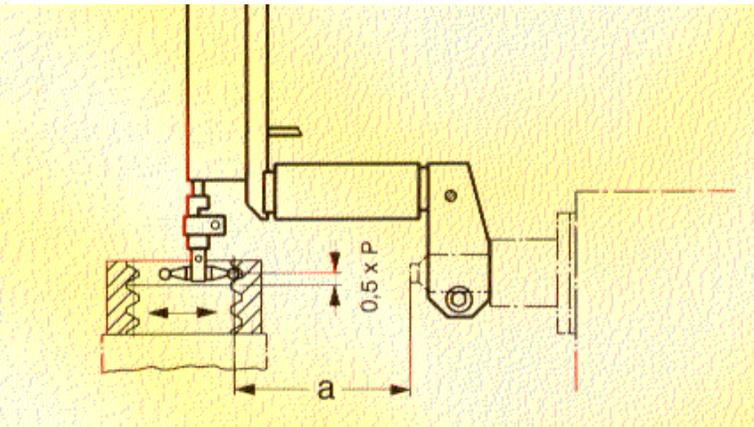
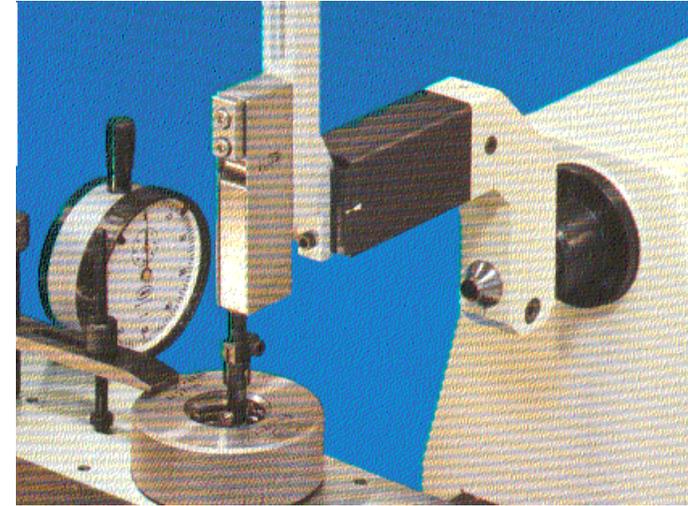
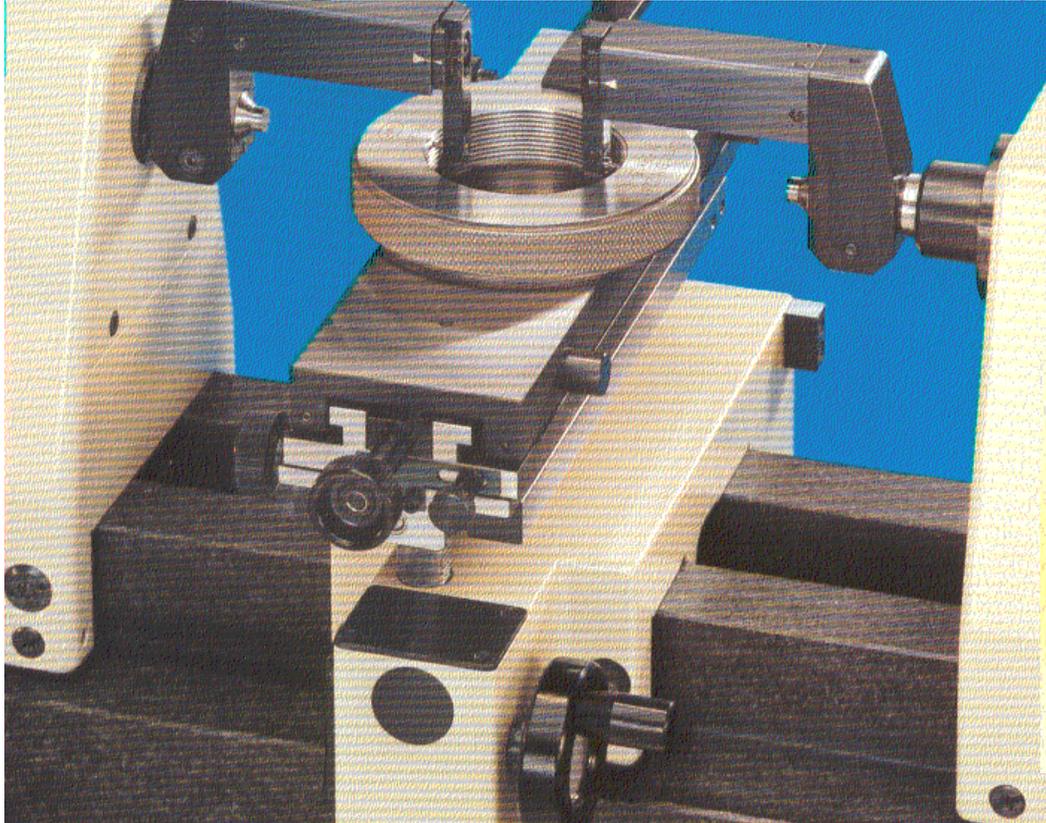
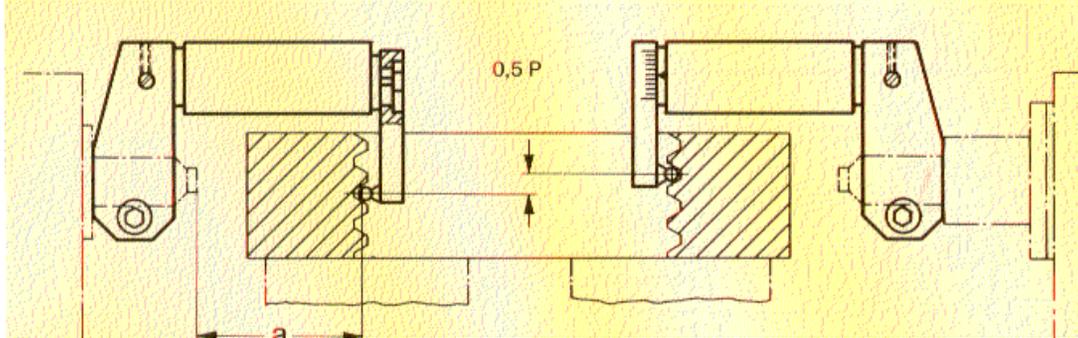
- A partir del ángulo y el paso de la rosca y el diámetro interior se determinan el patrón a utilizar y las longitudes l_1 y l_2 a componer para obtener un diámetro medio nominal DM_0 .
- De la comparación entre las medidas del patrón y la pieza efectuadas en una máquina medidora universal con palpador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

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

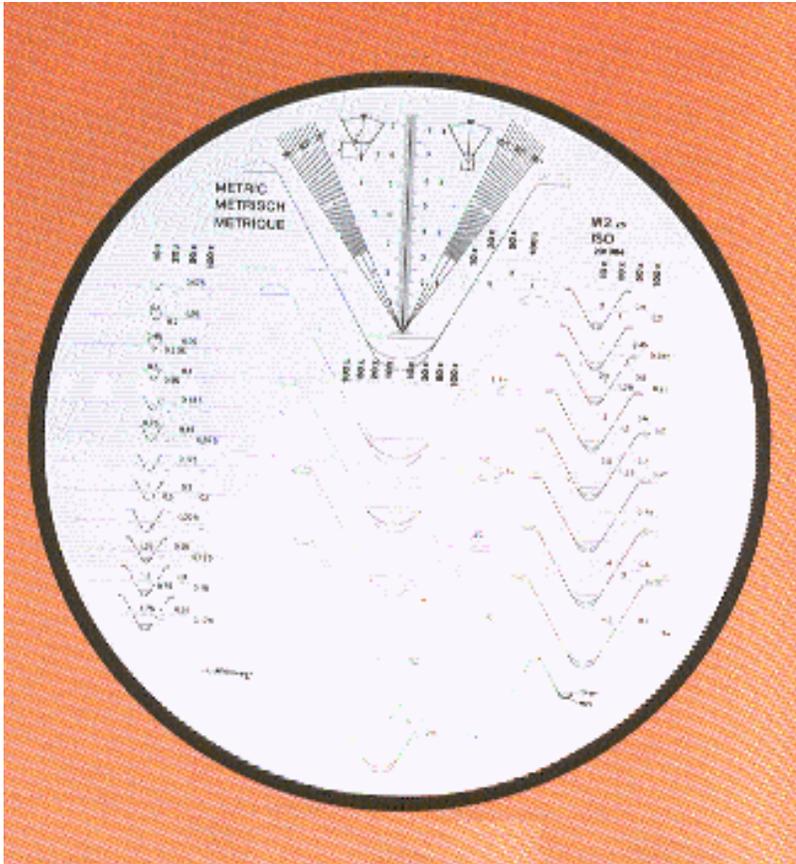


- Con contactos distintos permitirán medir el diámetro medio, el diámetro exterior, o controlar el perfil completo.

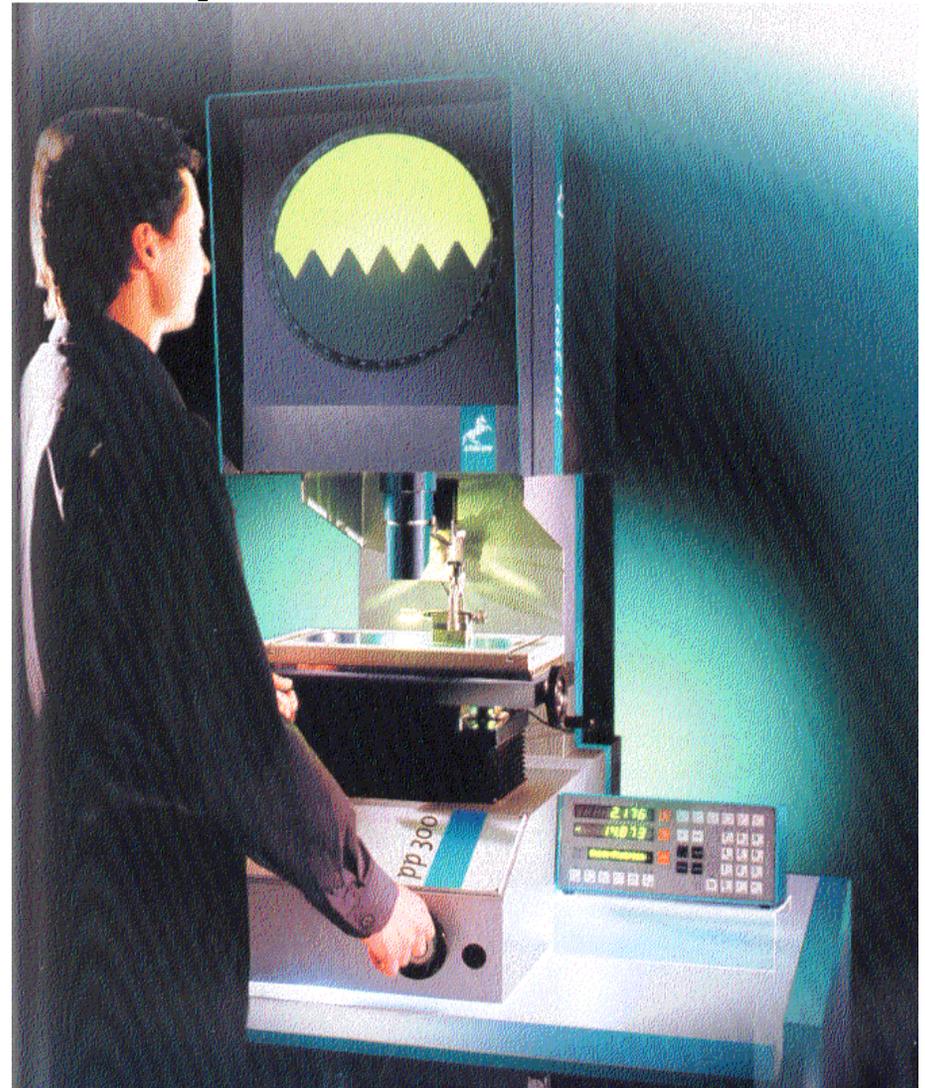
7.3.4. Control completo en la medidora universal



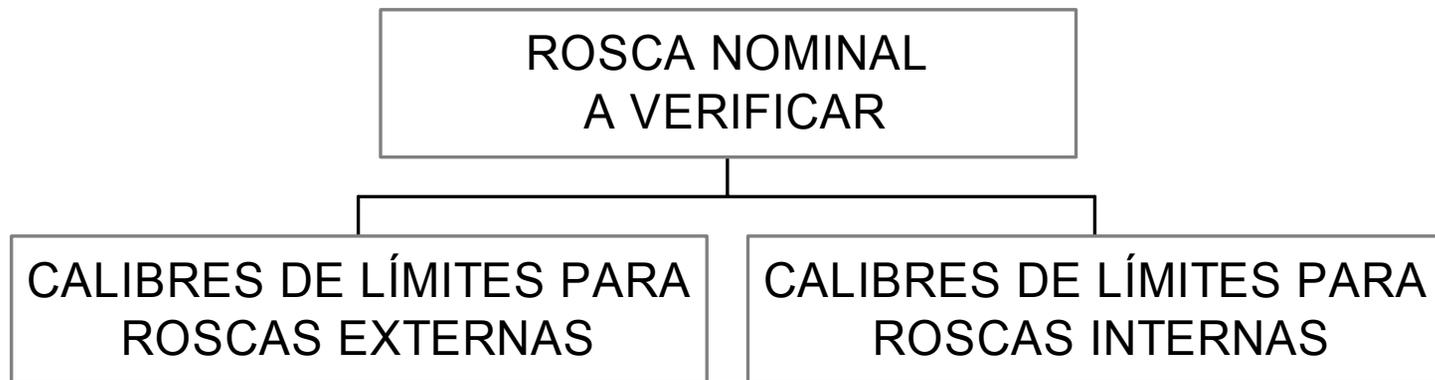
7.4. Verificación de roscas en Proyector de perfiles



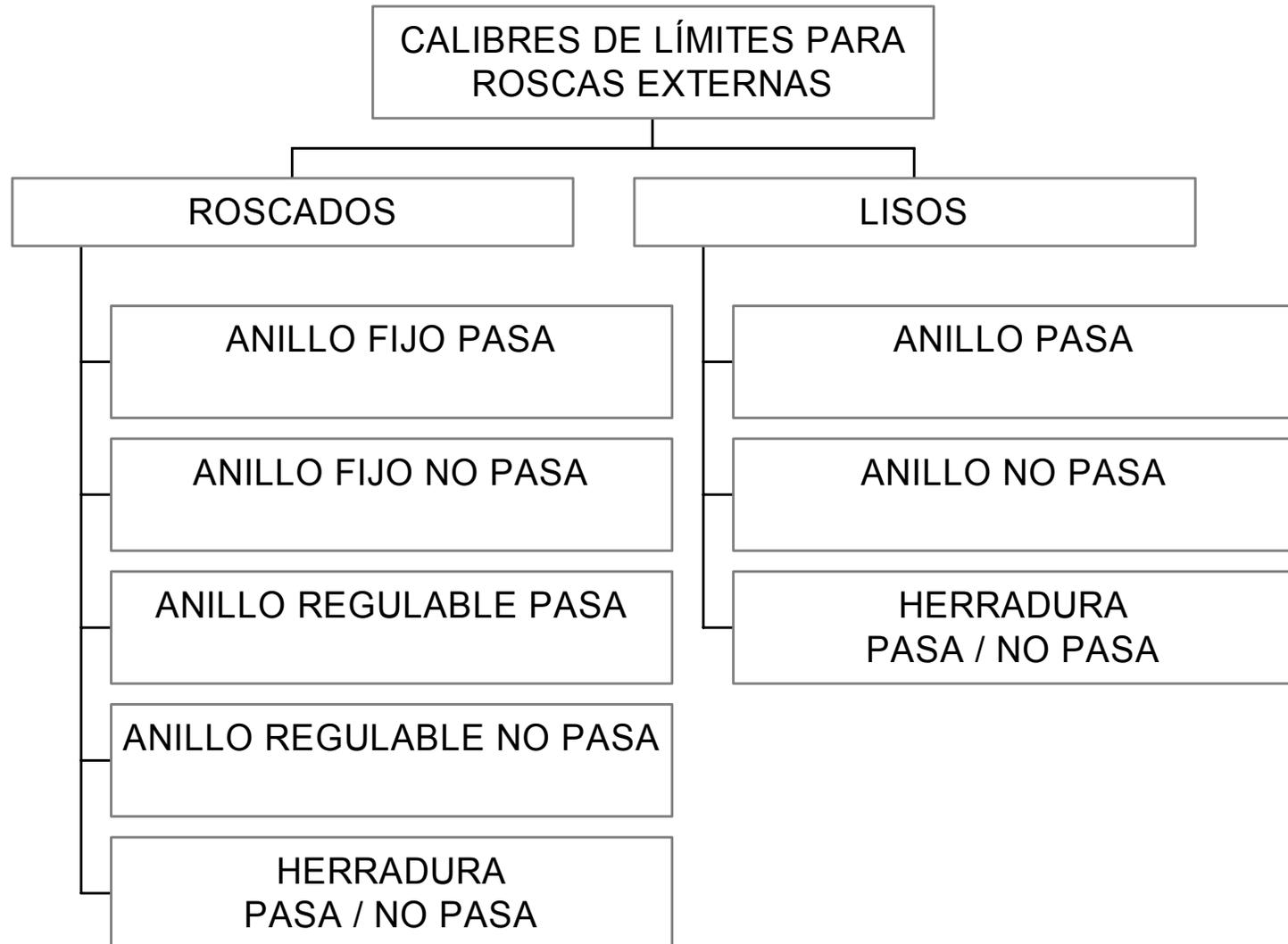
Plantilla de perfil
de roscas



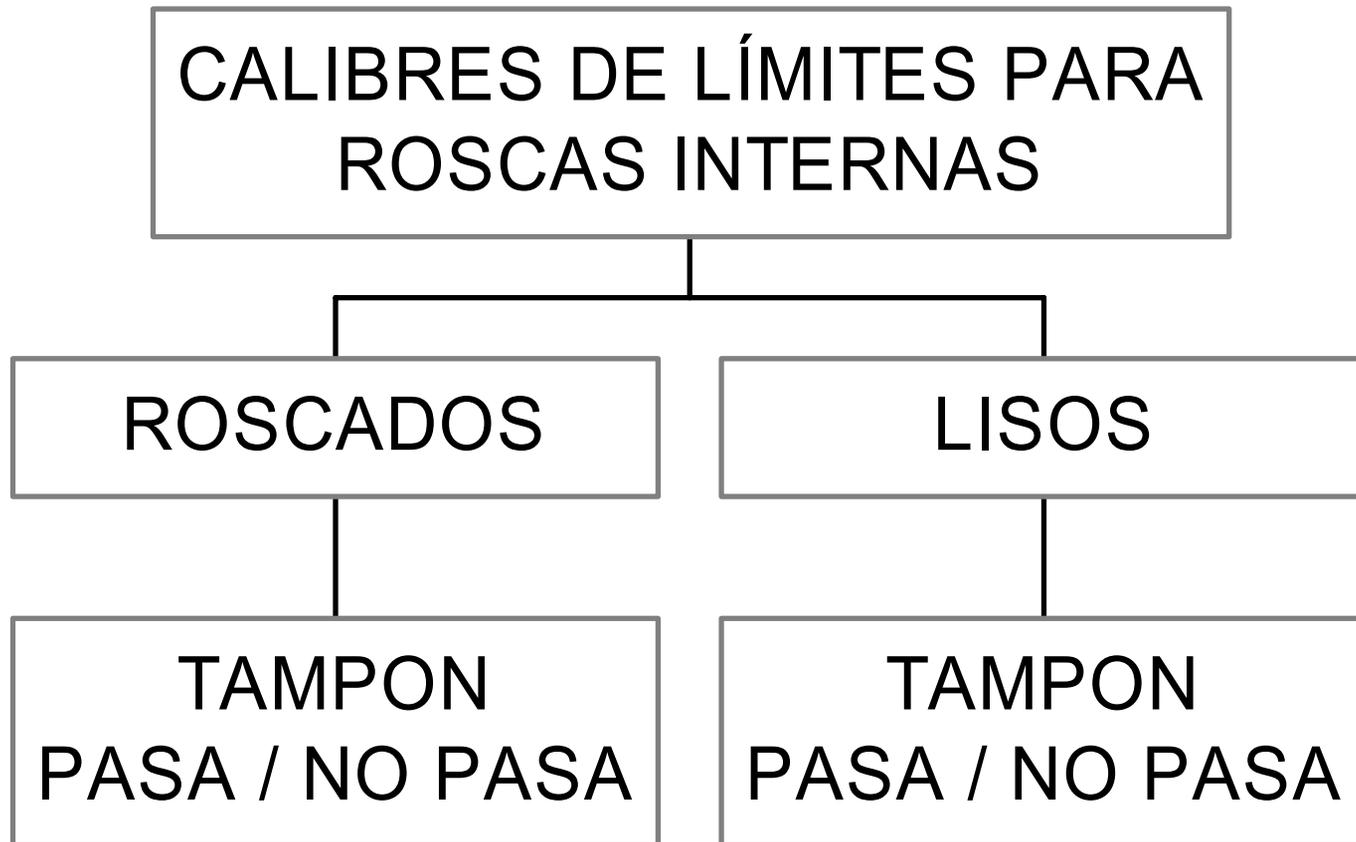
7.5. Verificación de roscas mediante calibres de límites



7.5. Verificación de roscas externas



7.5. Verificación de roscas internas



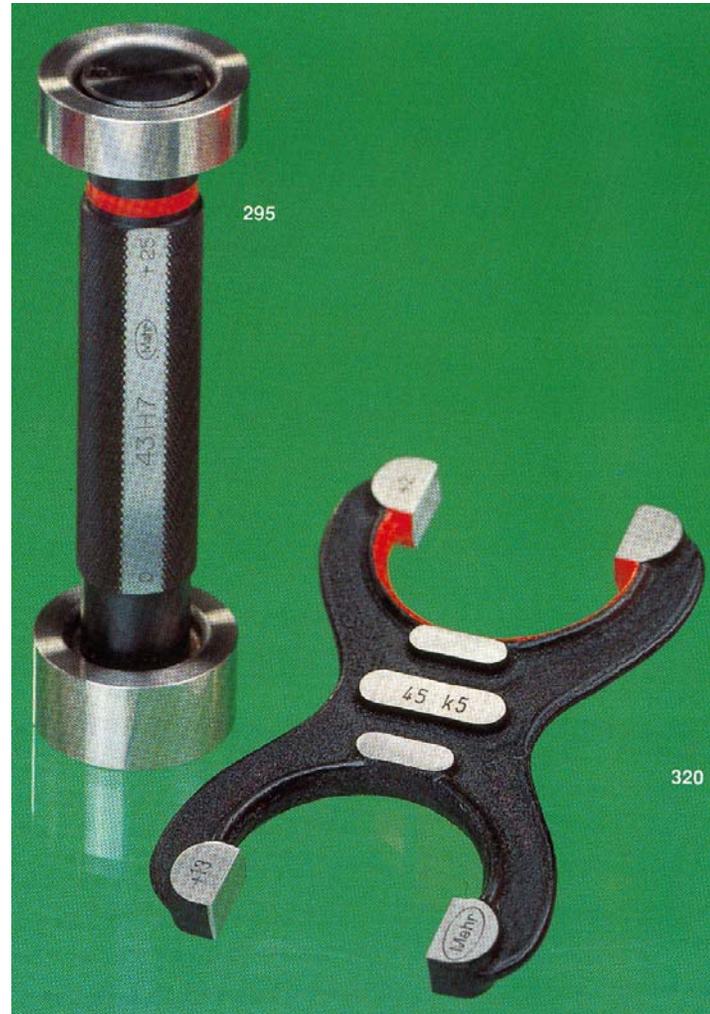
7.5. Calibres roscados: Herradura y tampón pasa - no pasa



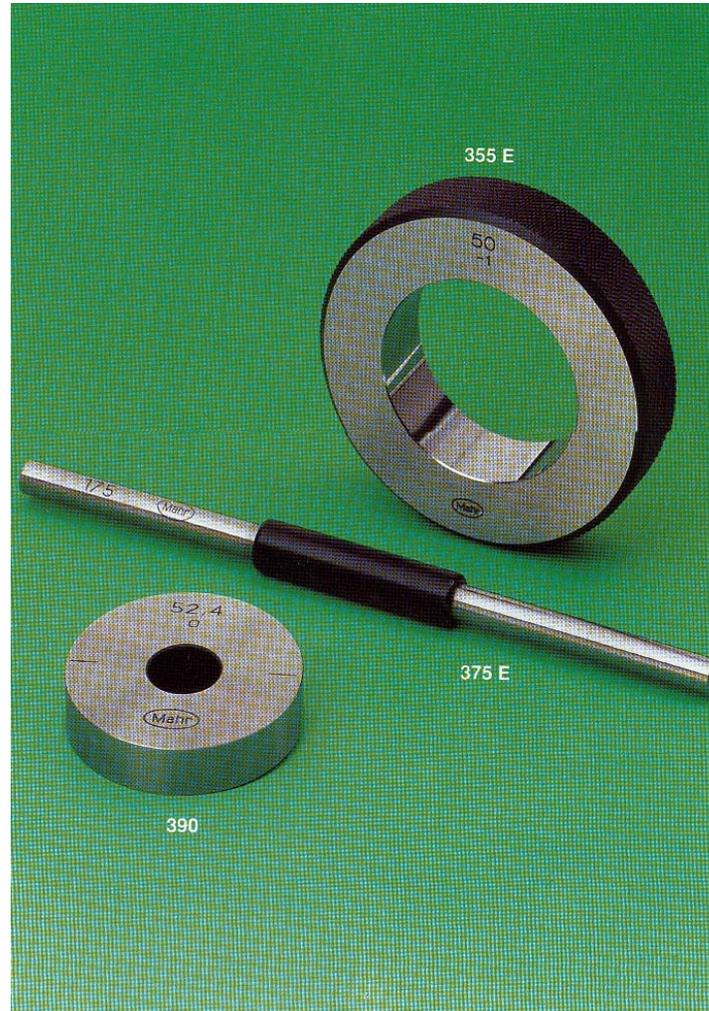
7.5. Calibres roscados: Anillos pasa - no pasa



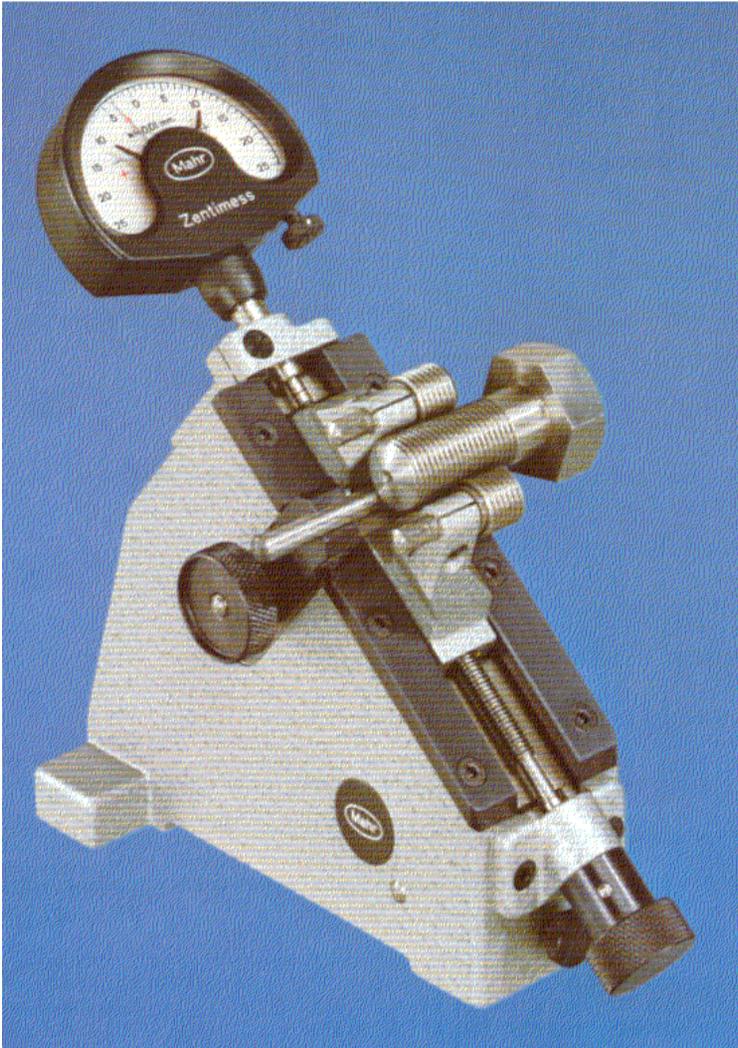
7.5. Calibres lisos: Herradura y tampón pasa - no pasa



7.5. Calibres lisos: Anillos pasa - no pasa



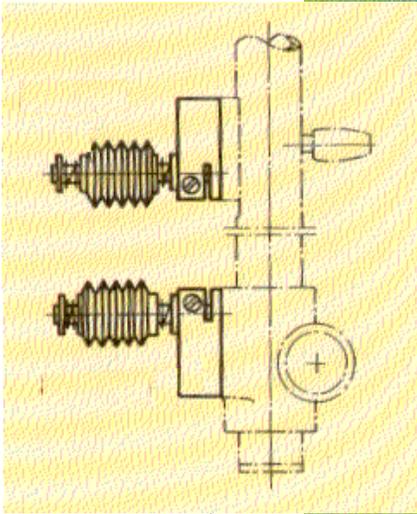
7.6. Calibre de rodillos intercambiables



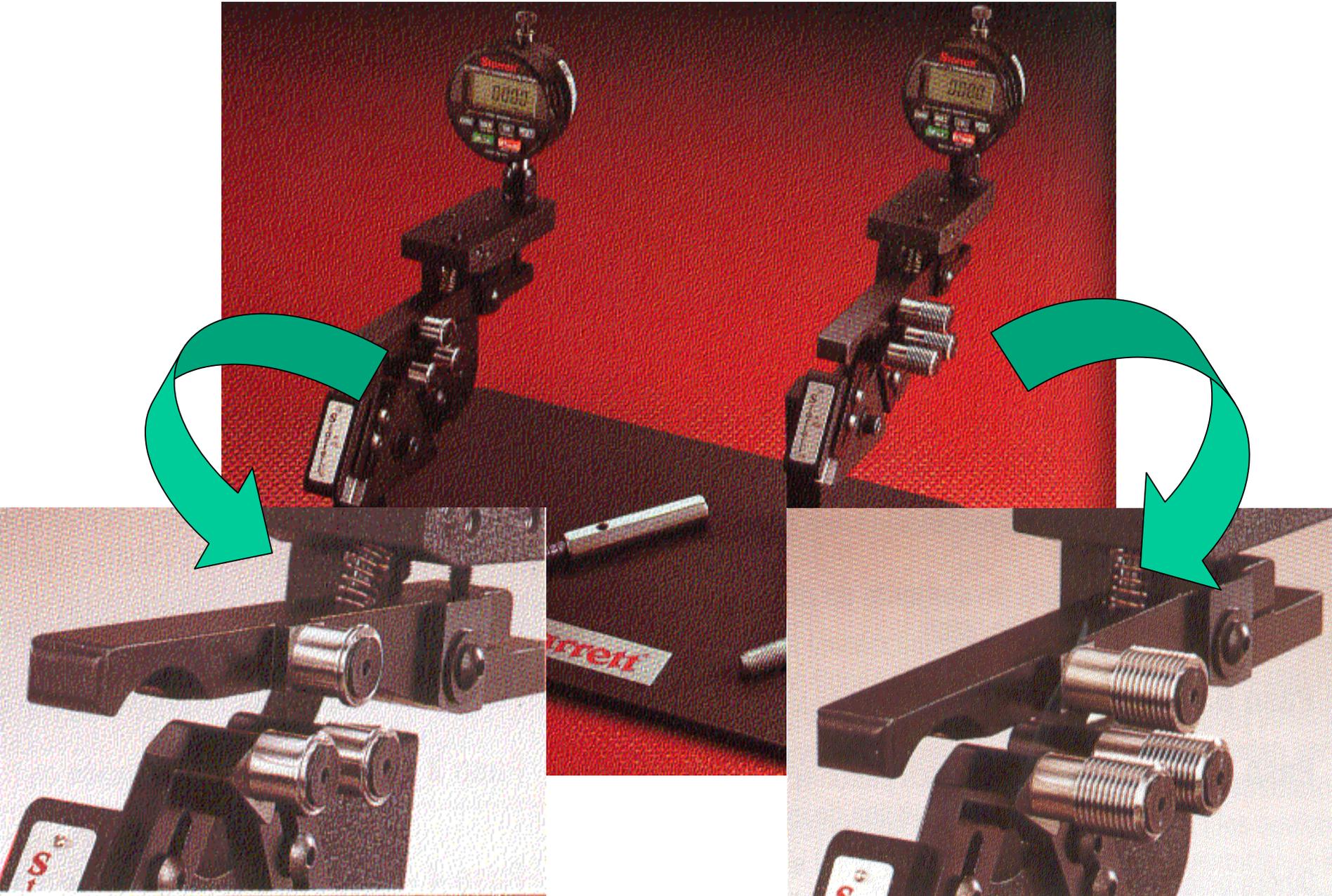
- Uno de los rodillos se puede desplazar y va conectado a un comparador para comprobar las desviaciones de la medida de referencia
- Esto permite clasificar la rosca en el campo de tolerancias marcado

7.6. Calibre de rodillos intercambiables

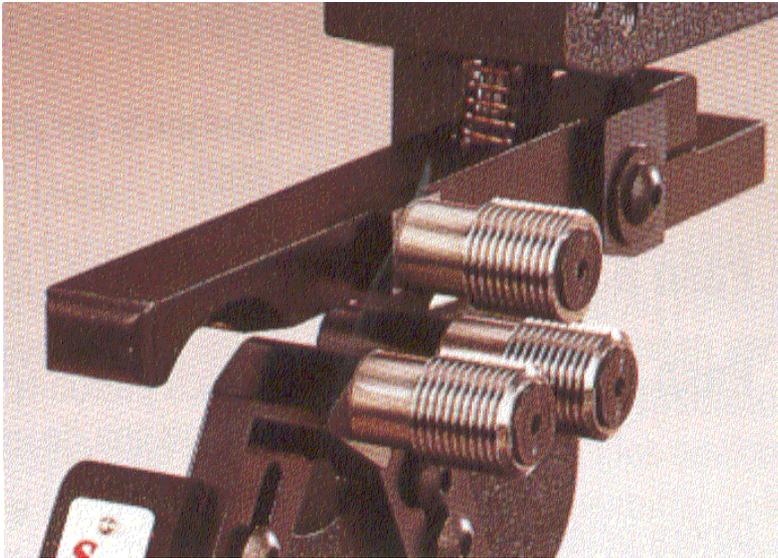
- Va provisto de dos brazos palpadores, uno de los cuales es retráctil y transmite su movimiento al comparador
- Es válido para roscas interiores o exteriores



7.6. Calibre de rodillos intercambiables

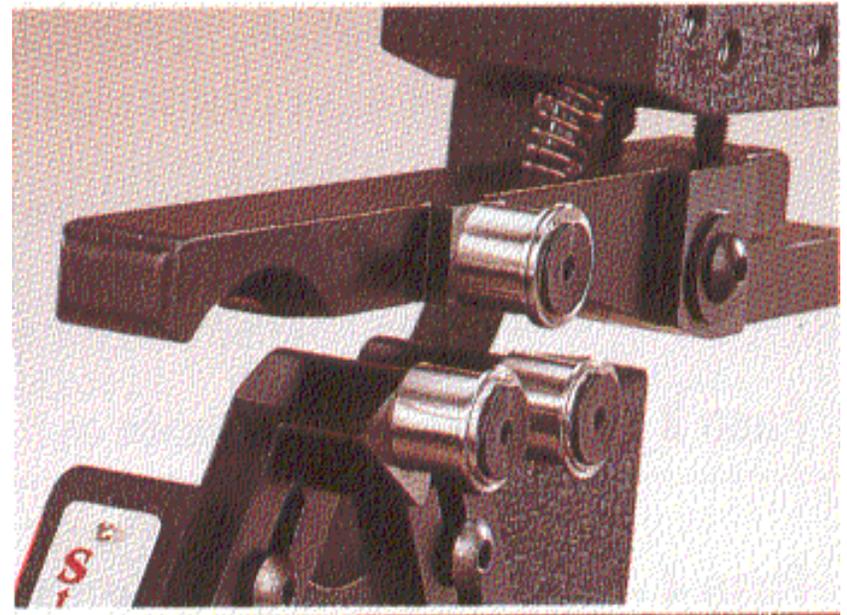


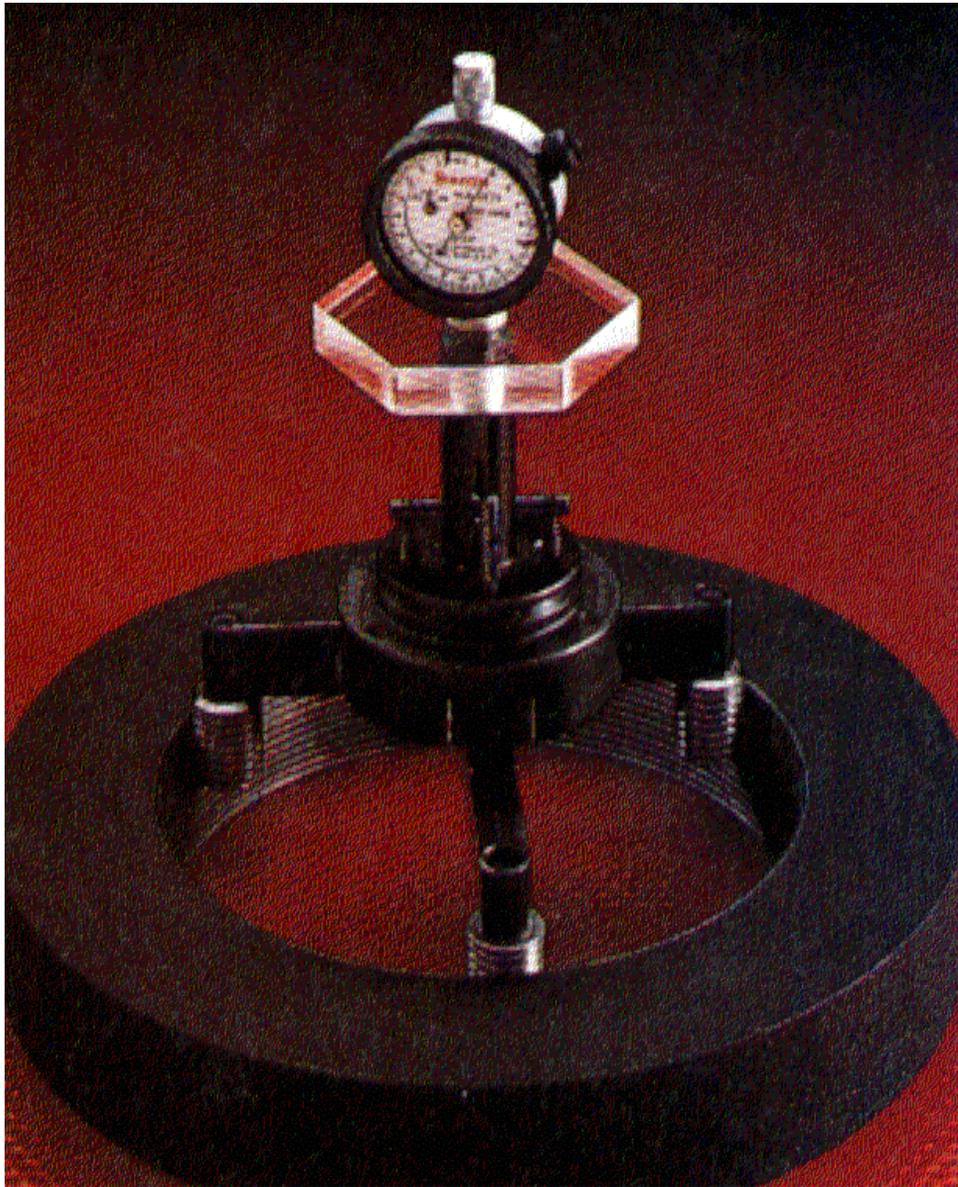
7.6. Calibre de rodillos intercambiables



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

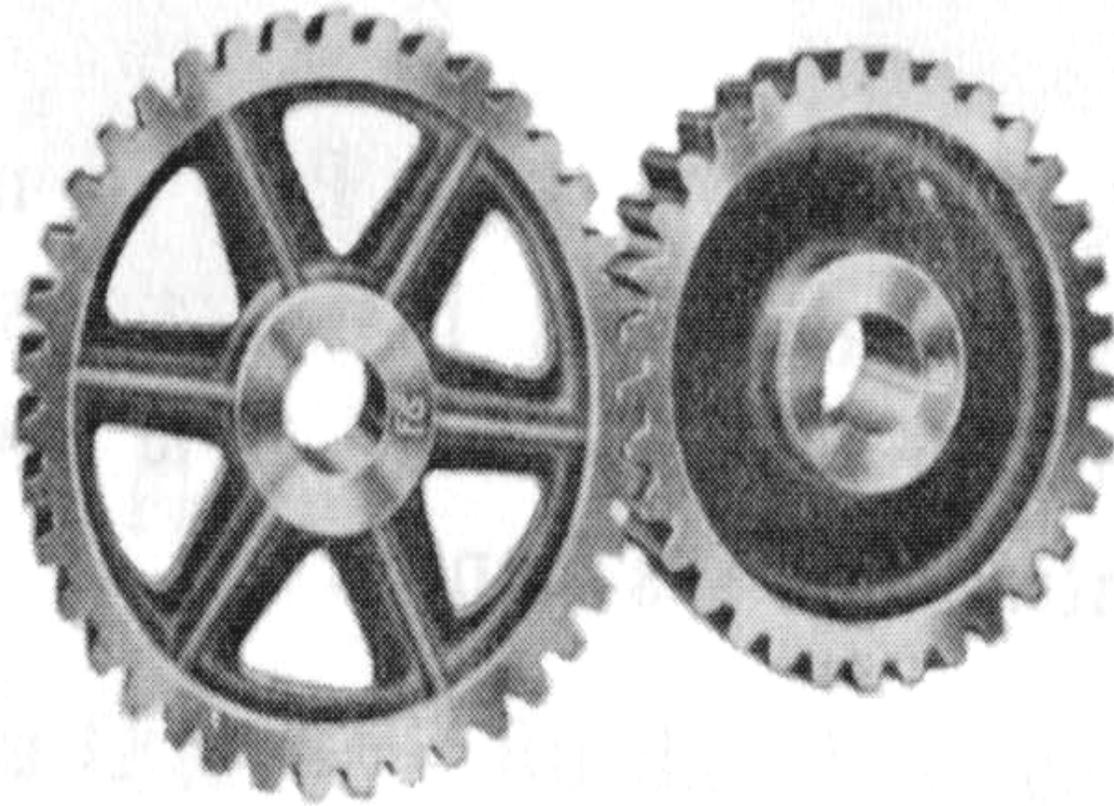
Los engranajes son elementos encargados de la transmisión del movimiento y potencia entre ejes diferentes.

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

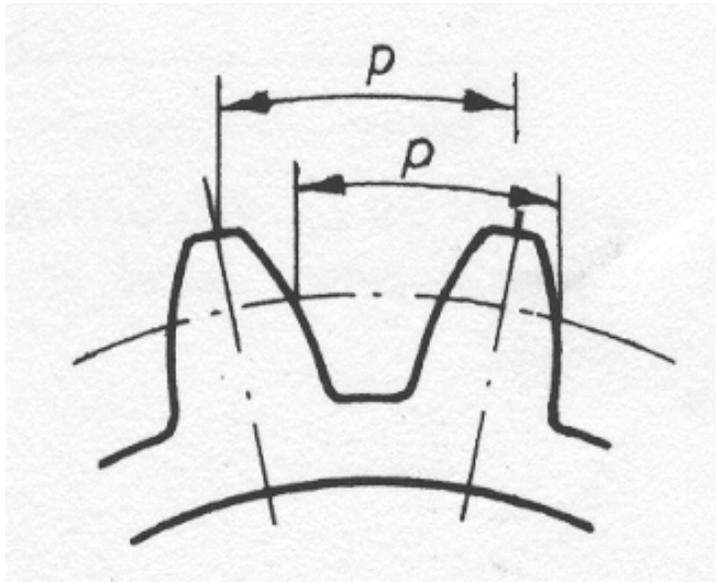
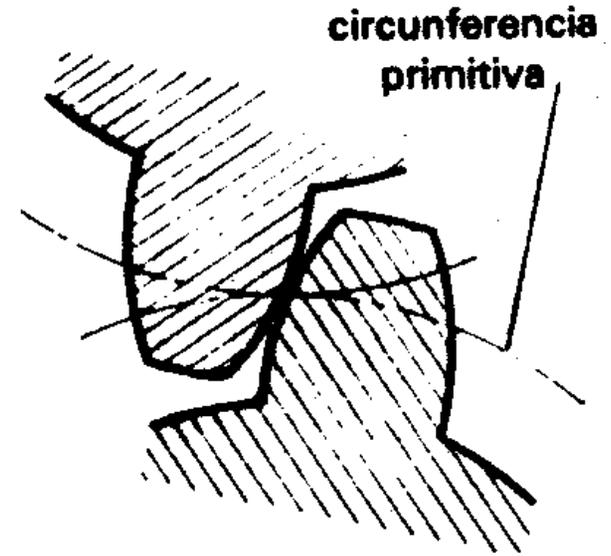
8.1.1. Engranajes cilíndricos rectos.



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

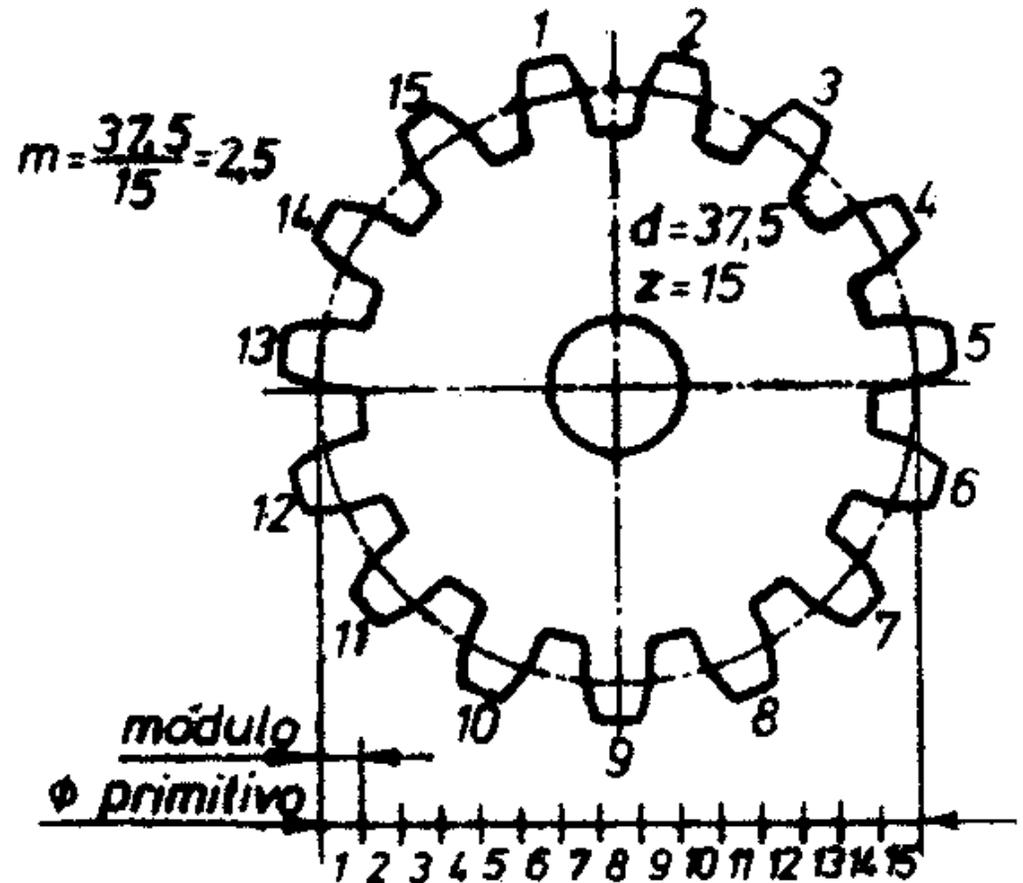


- El paso es la longitud de la circunferencia primitiva correspondiente a un diente y un vano consecutivos

8.1.1. Engranaje cilíndricos rectos.

8.1.1.1. Definiciones

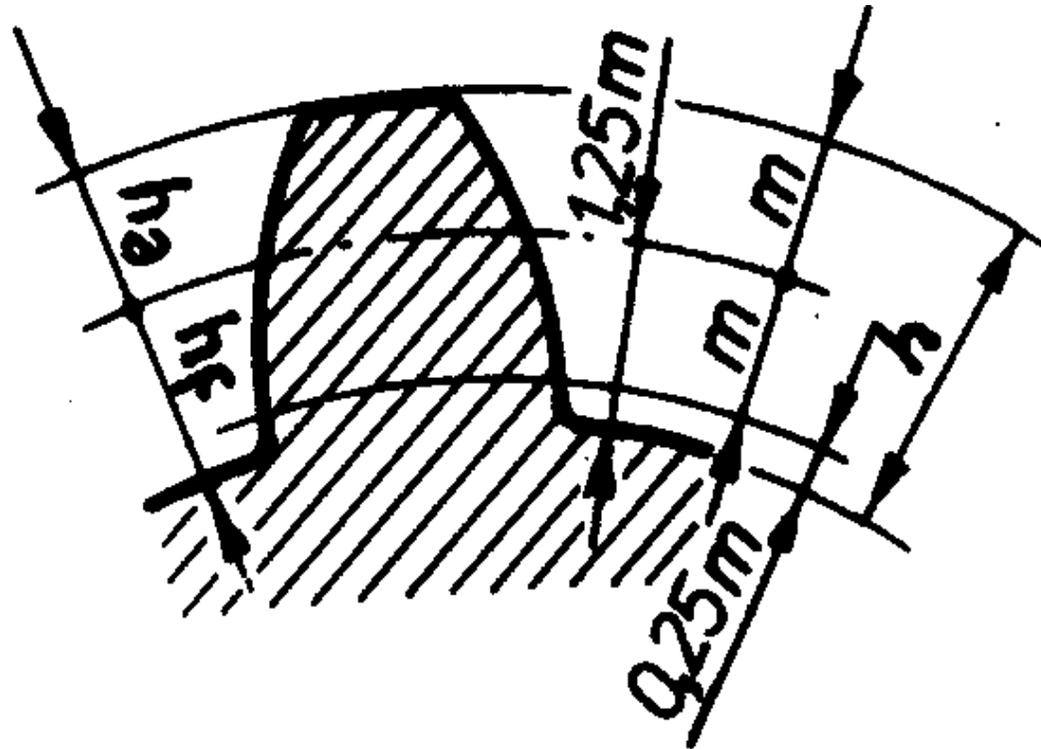
- El módulo m de un engranaje es la relación entera entre el diámetro primitivo (mm) y el n° de dientes



- Dos engranajes que engranen tendrán el mismo módulo

8.1.1. Engranajes cilíndricos rectos.

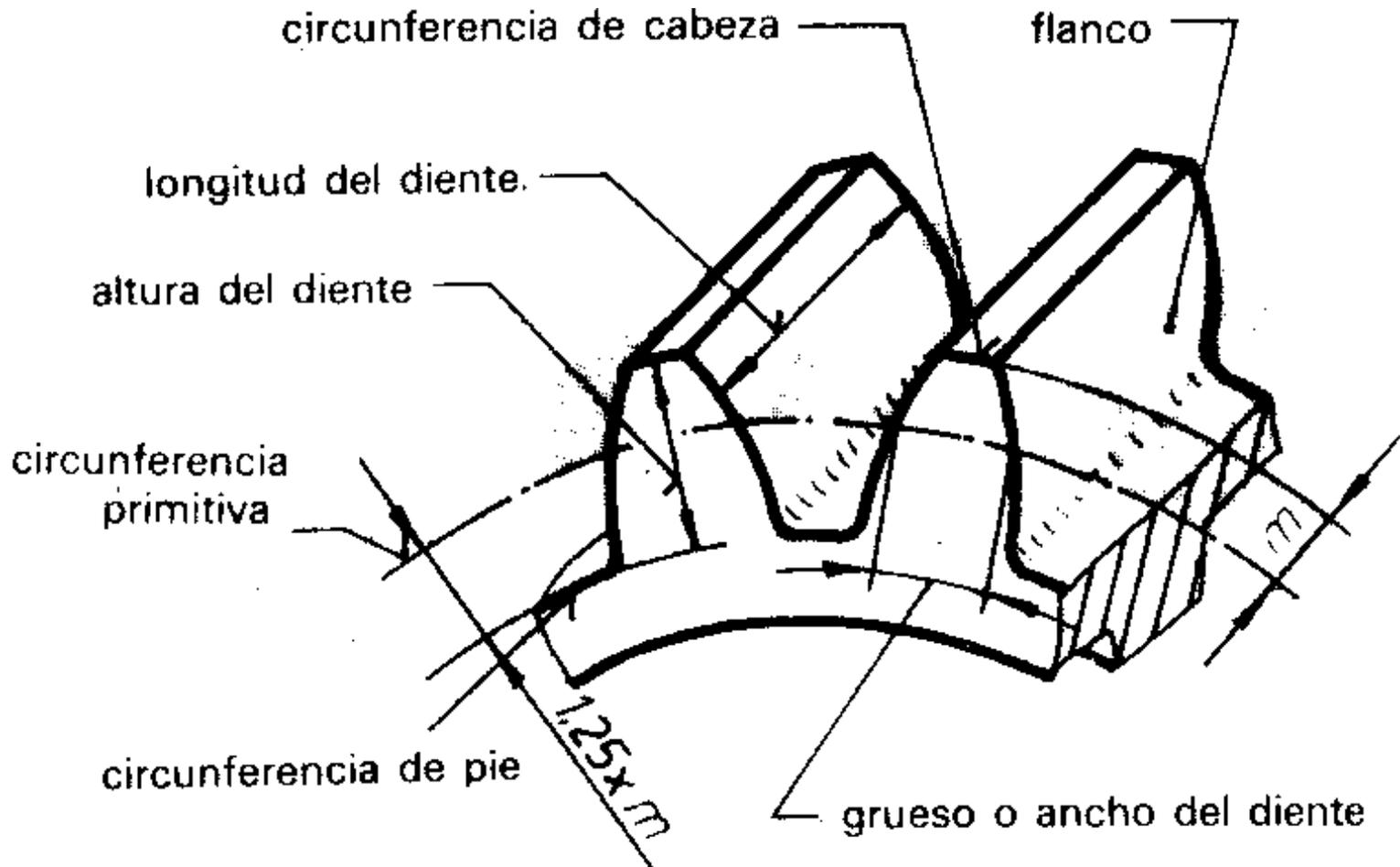
8.1.1.1. Definiciones



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

8.1.1. Engranajes cilíndricos rectos.

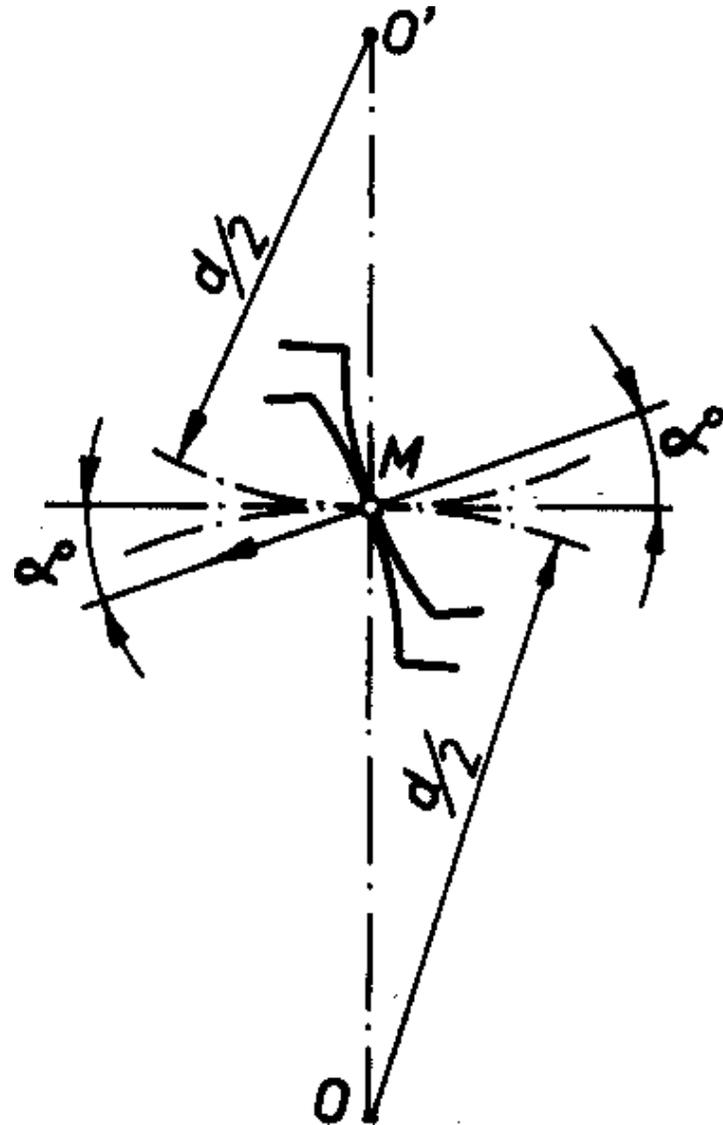
8.1.1.1. Definiciones



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.

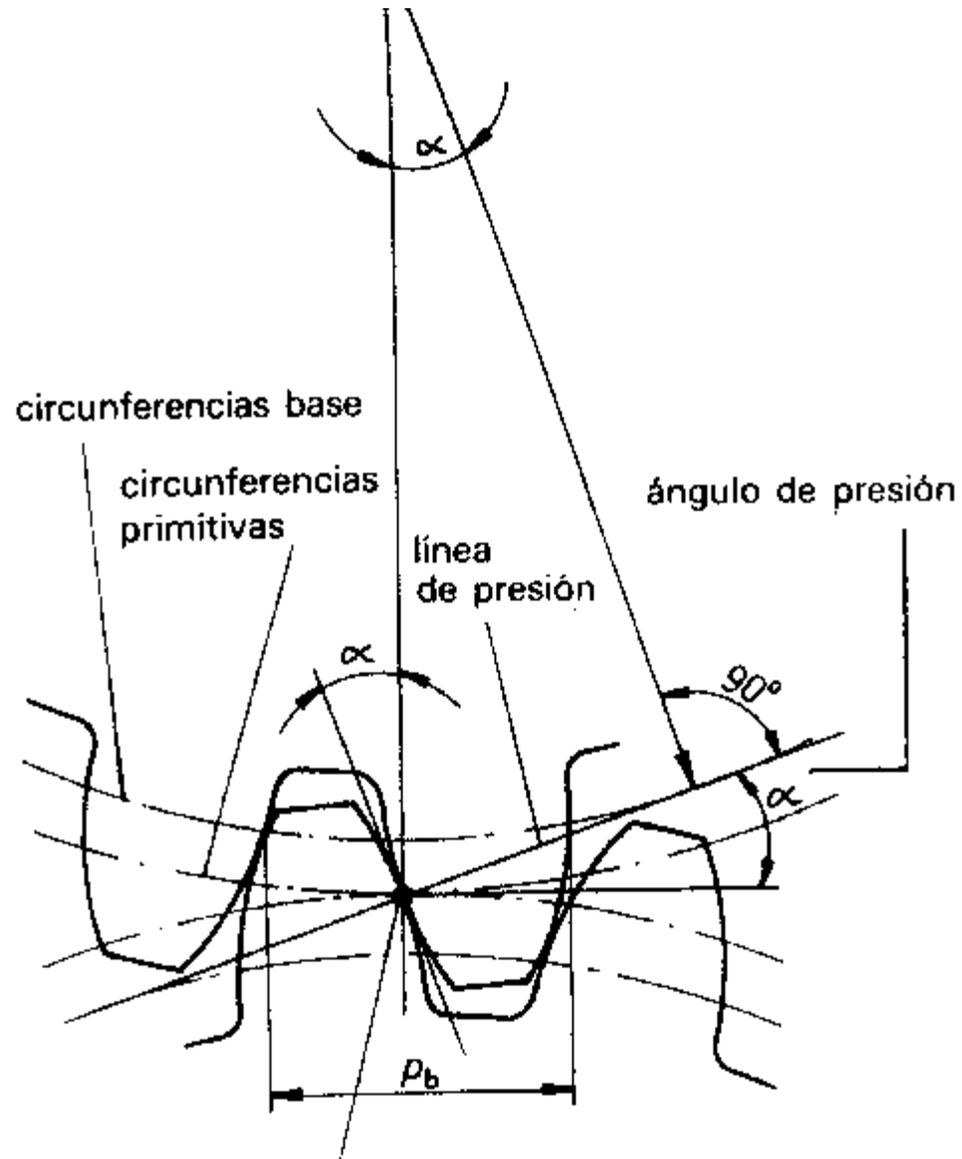
8.1.1.1. Definiciones

- 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:

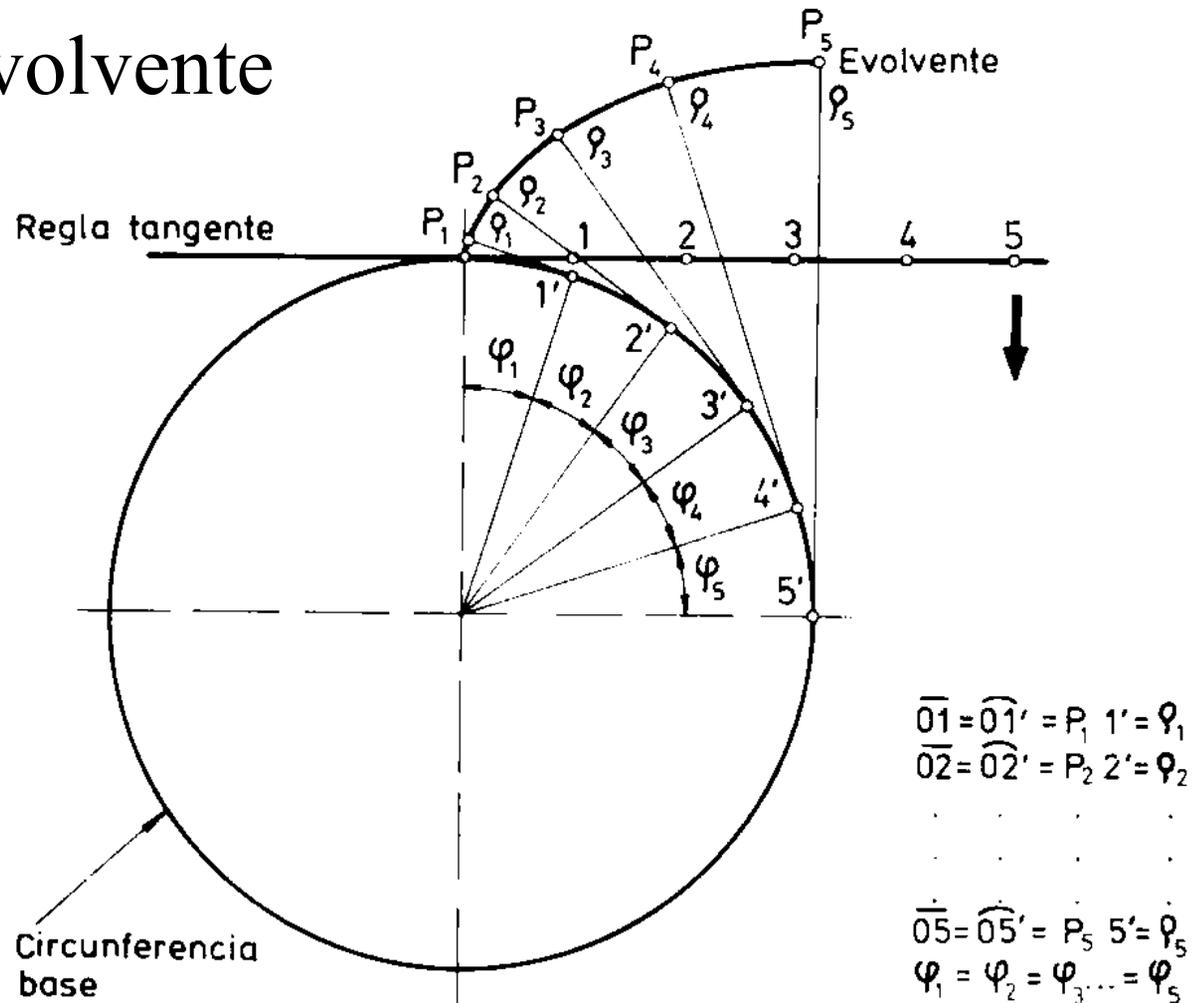
$$p_b = \pi d_b / z = \pi m \cos \alpha$$



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

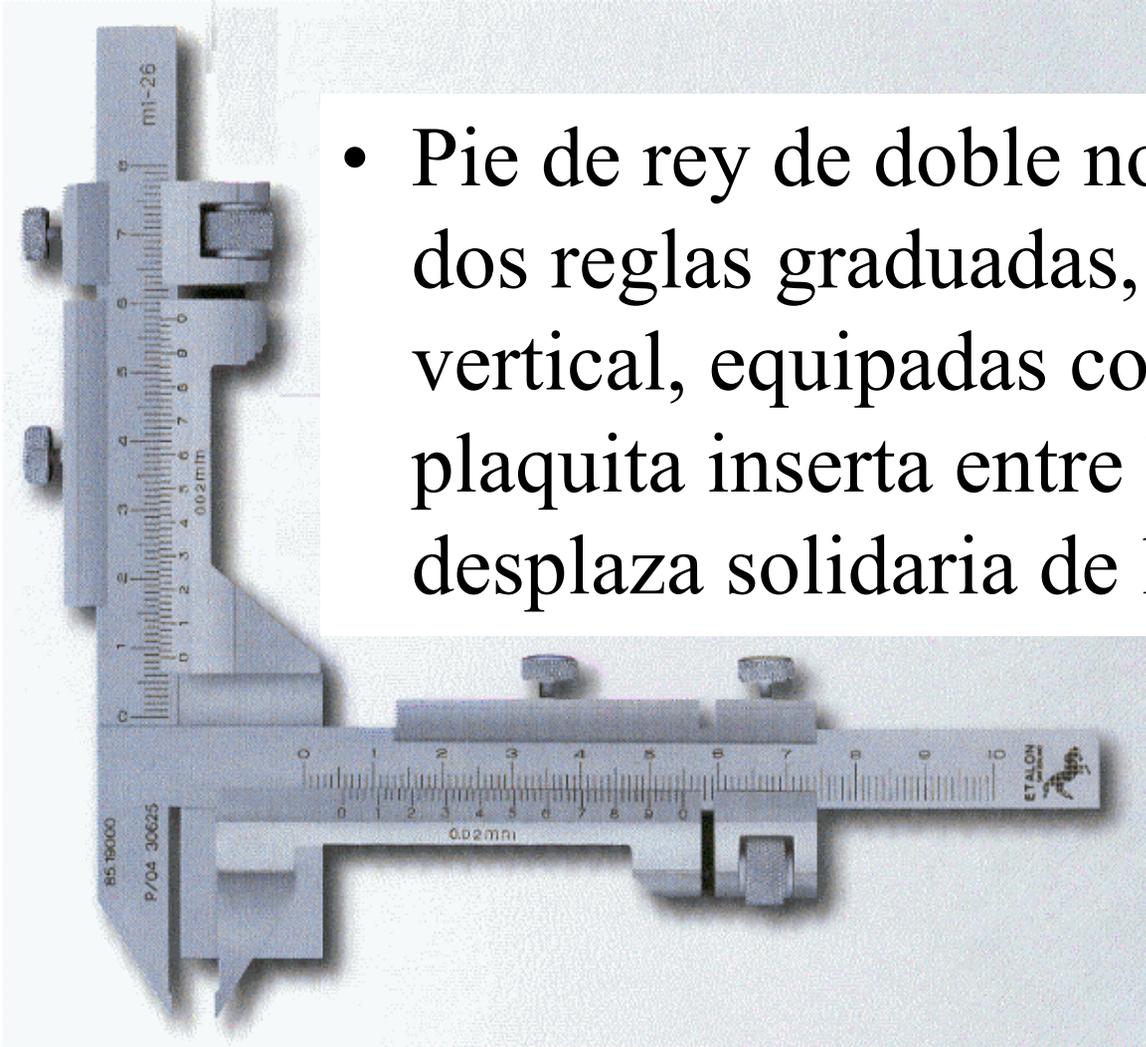
- $P = \pi m$
- $m = d / z$
- $d_b = d \cos \alpha$
- $p_b = \pi d_b / z = \pi m \cos \alpha$
- $h = 2,25 m$
- $d_a = d + 2m = (z+2) m$
- $d_f = d - 2m$

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



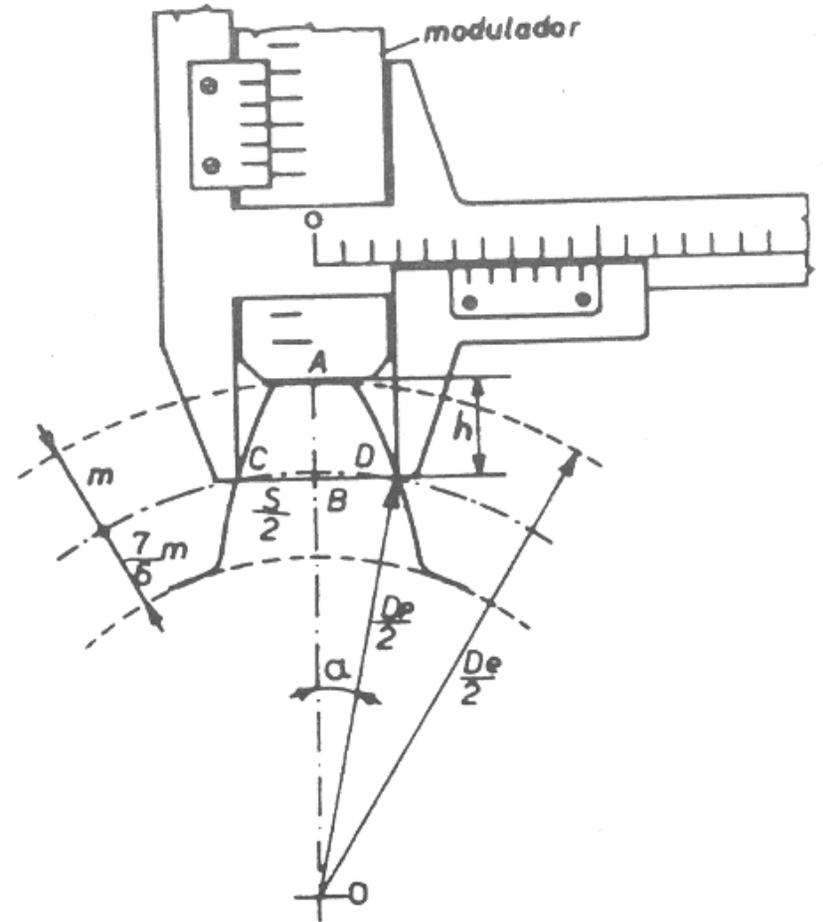
8.2.1. Medición del espesor cordal

8.2.1.1. Pie de rey de doble nonius

- Se coloca:

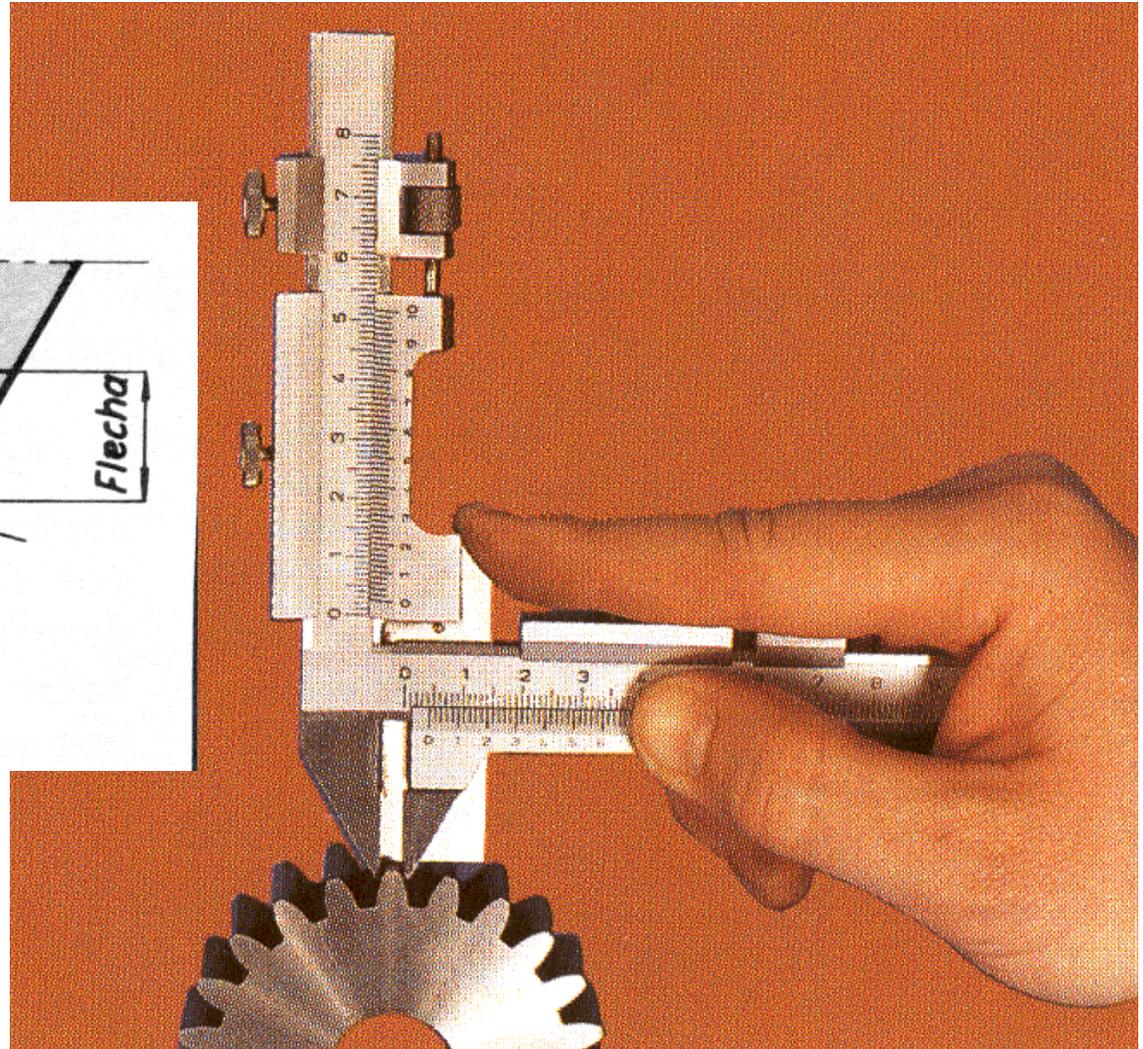
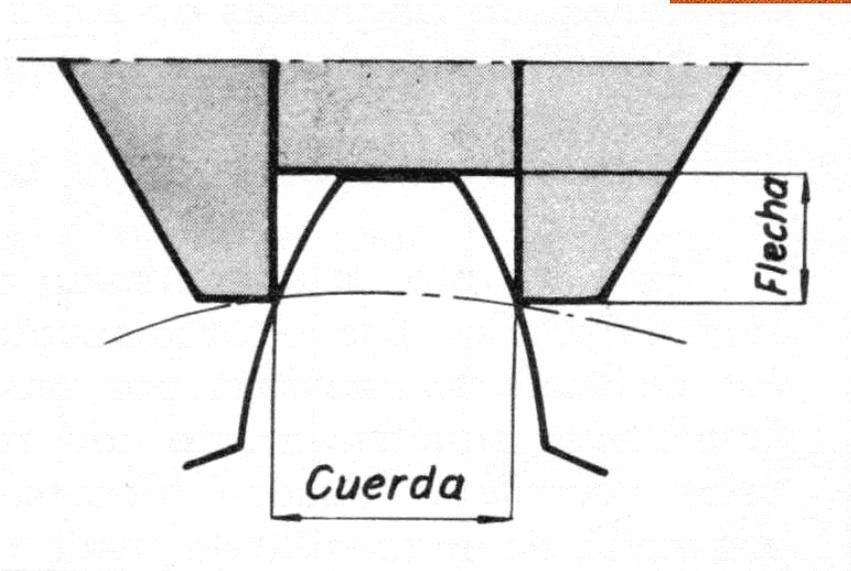
$$h = m \left[1 + \frac{z}{2} (1 - \cos 90^\circ/z) \right]$$

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.



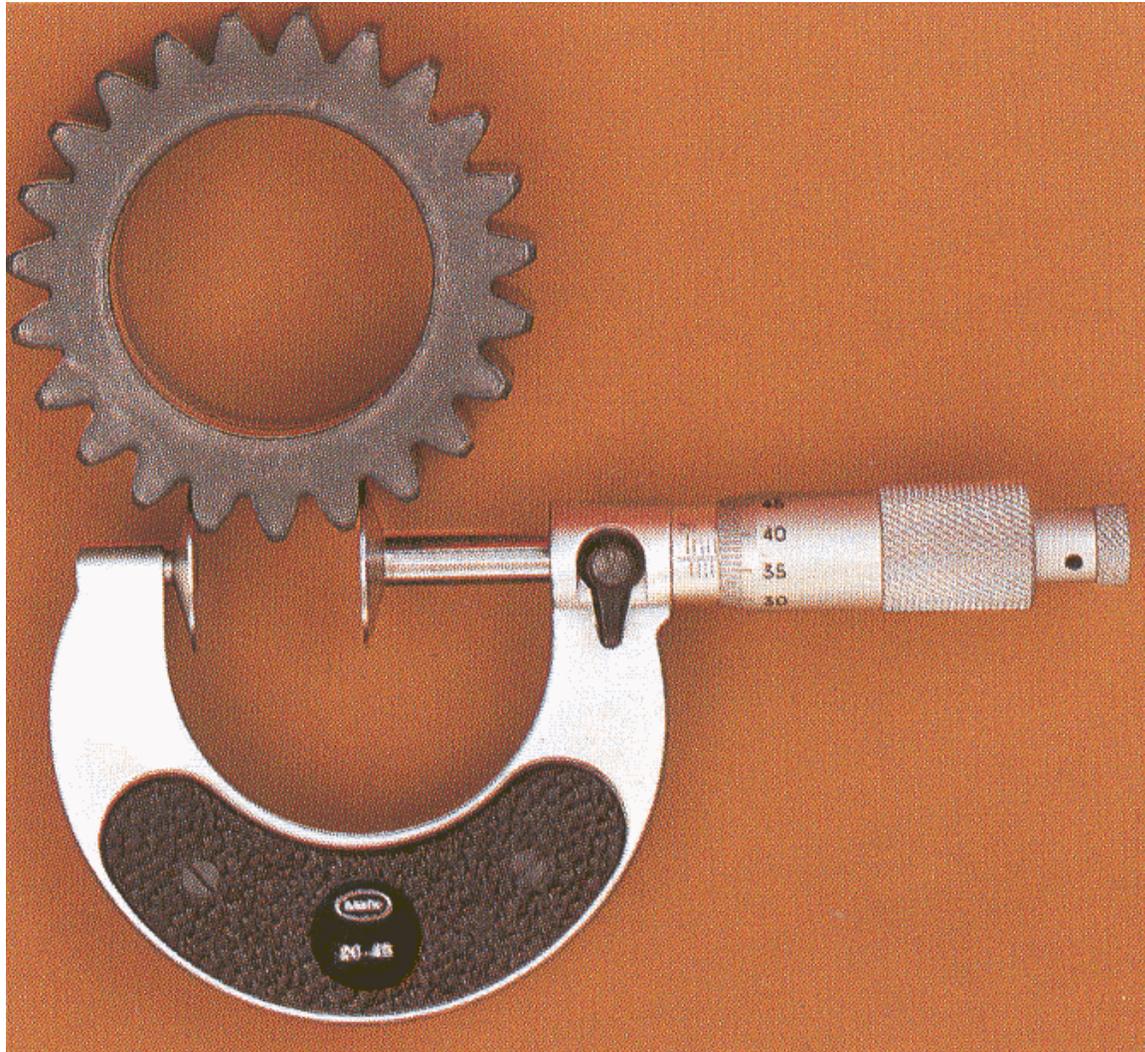
8.2.1. Medición del espesor cordal

8.2.1.1. Pie de rey de doble nonius



8.2.1. Medición del espesor cordal

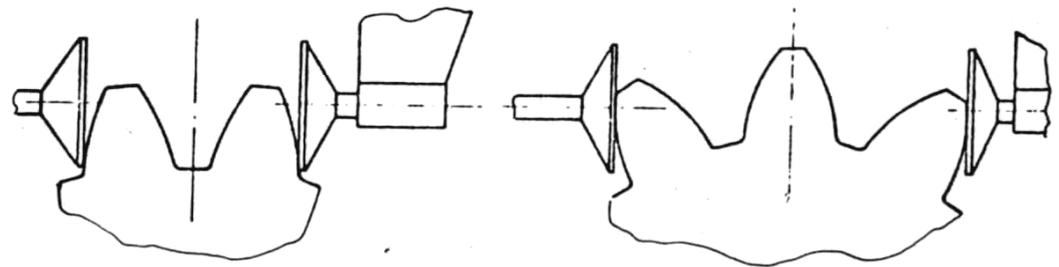
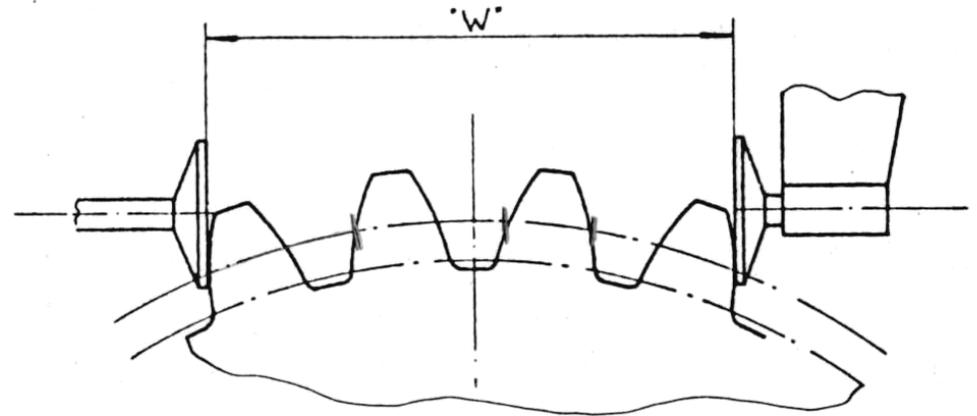
8.2.1.2. Micrómetro de platillos



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

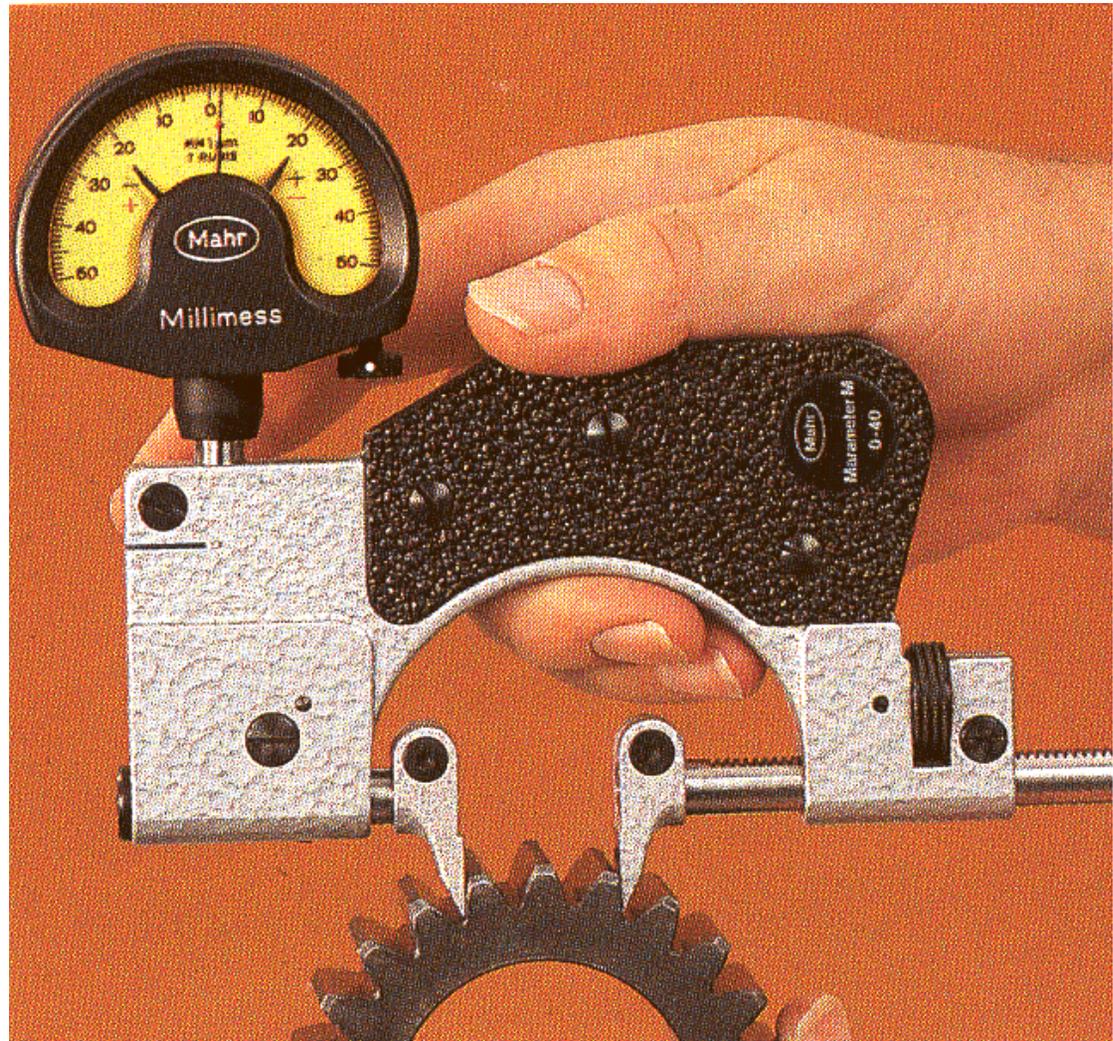
• Tabla k(z, α^0)

Z	$\alpha = 14^{\circ} 30'$		$\alpha = 15^{\circ}$		$\alpha = 20^{\circ}$		Z	$\alpha = 14^{\circ} 30'$		$\alpha = 15^{\circ}$		$\alpha = 20^{\circ}$	
	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	6	17,0559	6	17,0524	8	22,8953
5	2	4,5045	2	4,4892	2	4,4892	62	6	17,0612	6	17,0563	8	23,0093
6	2	4,5045	2	4,4892	2	4,4892	63	6	17,0666	6	17,0617	8	23,0233
7	2	4,5099	2	4,4934	2	4,4934	64	6	17,0720	6	17,0671	8	23,0373
8	2	4,6052	2	4,5893	2	4,5893	65	6	17,0773	6	17,0724	8	23,0513
9	2	4,6106	2	4,6053	2	4,6053	66	6	17,0827	6	17,0777	8	23,0654
10	2	4,6160	2	4,6107	2	4,6107	67	6	17,0881	6	17,0831	8	23,0794
11	2	4,6214	2	4,6161	2	4,6161	68	6	17,0935	6	17,0885	8	23,1074
12	2	4,6267	2	4,6214	2	4,6214	69	6	17,0988	6	17,0938	8	23,1074
13	2	4,6321	2	4,6268	2	4,6268	70	6	17,1042	6	17,0992	9	26,0735
14	2	4,6374	2	4,6321	2	4,6321	71	6	17,1095	7	20,1463	9	26,0875
15	2	4,6428	2	4,6375	2	4,6375	72	7	20,1548	7	20,1522	9	26,1015
16	2	4,6482	2	4,6429	2	4,6429	73	7	20,1601	7	20,1575	9	26,1155
17	2	4,6535	2	4,6482	2	4,6482	74	7	20,1654	7	20,1628	9	26,1295
18	2	4,6589	2	4,6536	3	7,6184	75	7	20,1707	7	20,1681	9	26,1435
19	2	4,6643	2	4,6590	3	7,6237	76	7	20,1760	7	20,1734	9	26,1575
20	2	4,6697	2	4,6644	3	7,6290	77	7	20,1813	7	20,1787	9	26,1715
21	2	4,6750	2	4,6697	3	7,6343	78	7	20,1866	7	20,1840	10	29,1877
22	2	4,6804	2	4,6750	3	7,6396	79	7	20,1919	7	20,1893	10	29,1917
23	2	4,6858	3	7,7230	3	7,7025	80	7	20,1972	7	20,1946	10	29,1957
24	3	7,7327	3	7,7289	3	7,7165	81	7	20,2025	7	20,2007	10	29,1997
25	3	7,7380	3	7,7349	3	7,7305	82	7	20,2101	7	20,2116	10	29,2077
26	3	7,7434	3	7,7408	4	10,6966	83	7	20,2155	8	23,2521	10	29,2217
27	3	7,7488	3	7,7467	4	10,7030	84	8	23,2624	8	23,2581	10	29,2357
28	3	7,7541	3	7,7527	4	10,7246	85	8	23,2727	8	23,2640	10	29,2497
29	3	7,7595	3	7,7586	4	10,7396	86	8	23,2831	8	23,2759	11	32,2159
30	3	7,7649	3	7,7646	4	10,7526	87	8	23,2935	8	23,2818	11	32,2299
31	3	7,7702	3	7,7715	4	10,7666	88	8	23,3039	8	23,2917	11	32,2439
32	3	7,7756	3	7,7765	4	10,7806	89	8	23,3143	8	23,2997	11	32,2579
33	3	7,7810	3	7,7824	4	10,7946	90	8	23,3246	8	23,3056	11	32,2719
34	3	7,7864	3	7,7883	4	10,8086	91	8	23,3350	8	23,3115	11	32,2859
35	3	7,7917	4	10,8268	5	13,7748	92	8	23,3453	8	23,3179	11	32,2999
36	4	10,8386	4	10,8348	5	13,7858	93	8	23,3557	8	23,3237	11	32,3139
37	4	10,8439	4	10,8407	5	13,8028	94	8	23,3661	9	26,3520	11	32,3279
38	4	10,8493	4	10,8466	5	13,8168	95	8	23,3764	9	26,3680	12	35,3080
39	4	10,8547	4	10,8526	5	13,8308	96	9	26,3868	9	26,3758	12	35,3220
40	4	10,8601	4	10,8595	5	13,8448	97	9	26,3957	9	26,4055	12	35,3361
41	4	10,8655	4	10,8645	5	13,8588	98	9	26,4046	9	26,4114	12	35,3501
42	4	10,8708	4	10,8704	5	13,8728	99	9	26,4135	9	26,4174	13	38,3582
43	4	10,8762	4	10,8763	5	13,8868	100	9	26,4224	10	29,4579	13	38,3722
44	4	10,8816	4	10,8823	6	16,6500	101	9	26,4313	10	29,4638	13	38,3862
45	4	10,8869	4	10,8882	6	16,6669	102	9	26,4402	10	29,4736	13	38,4002
46	4	10,8923	4	10,8942	6	16,6838	103	9	26,4491	10	29,4835	13	38,4143
47	4	10,8977	5	13,9346	6	16,6950	104	9	26,4580	10	29,4934	13	38,4283
48	5	13,9445	5	13,9406	6	16,9090	105	9	26,4669	10	29,5033	13	38,4423
49	5	13,9499	5	13,9465	6	16,9230	106	9	26,4758	10	29,5132	13	38,4563
50	5	13,9553	5	13,9525	6	16,9370	107	9	26,4847	10	29,5231	14	41,4364
51	5	13,9607	5	13,9584	6	16,9510	108	10	29,4936	10	29,5330	14	41,4504
52	5	13,9660	5	13,9643	7	19,9311	109	10	29,5025	10	29,5429	14	41,4644
53	5	13,9714	5	13,9703	7	19,9451	110	10	29,5114	10	29,5528	14	41,4784
54	5	13,9768	5	13,9762	7	19,9591	111	10	29,5203	10	29,5627	14	41,4924
55	5	13,9821	5	13,9822	7	19,9732	112	10	29,5292	10	29,5726	14	41,5064
56	5	13,9875	5	13,9881	7	19,9872	113	10	29,5381	10	29,5825	14	41,5204
57	5	13,9929	5	13,9940	7	19,9961	114	10	29,5470	10	29,5924	14	41,5344
58	5	13,9982	5	14,0000	7	20,0012	115	10	29,5559	10	29,6023	14	41,5484
59	5	14,0036	6	17,0405	7	20,0152	116	10	29,5648	10	29,6122	14	41,5624
60	6	17,0505	6	17,0464	7	20,0292	117	10	29,5737	10	29,6221	14	41,5764

8.2.1. Medición del espesor cordal

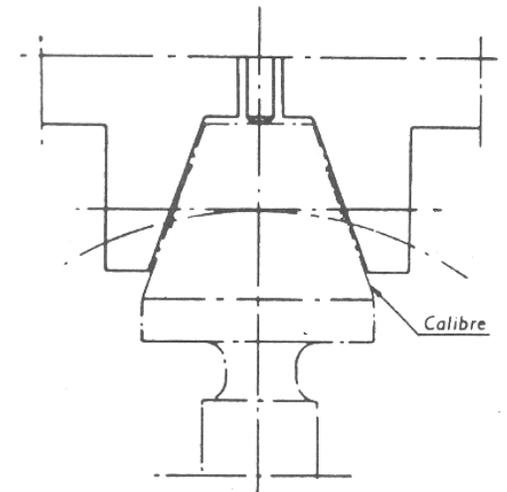
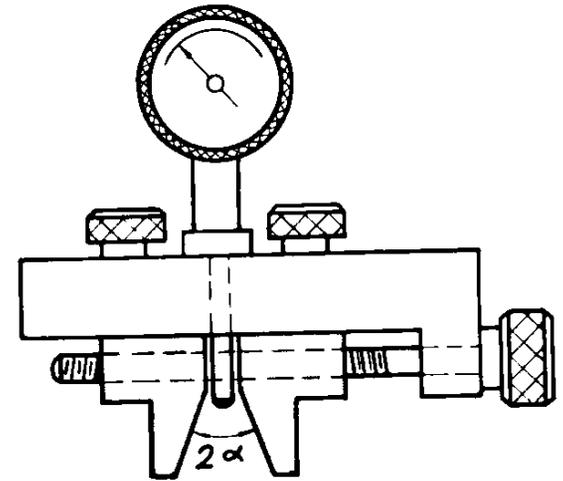
8.2.1.3. Comparador

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



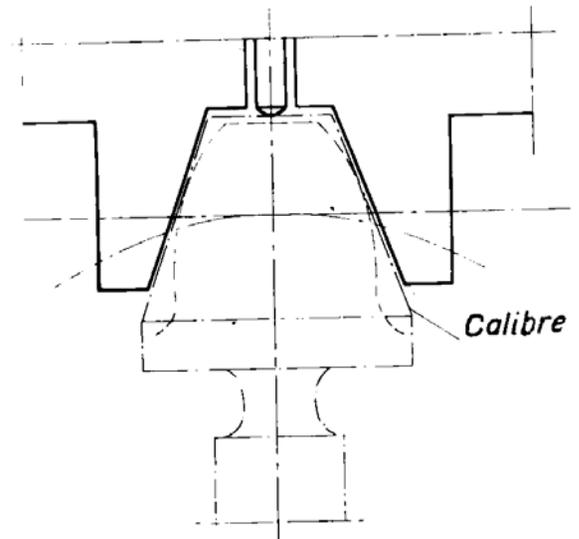
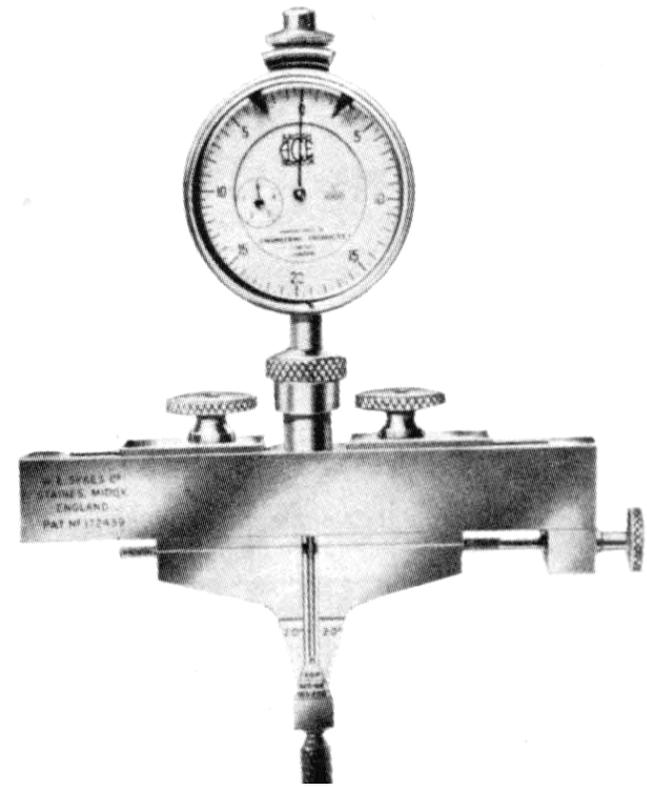
8.2.2. Medición del espesor del diente: Comparador Sykes

- 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

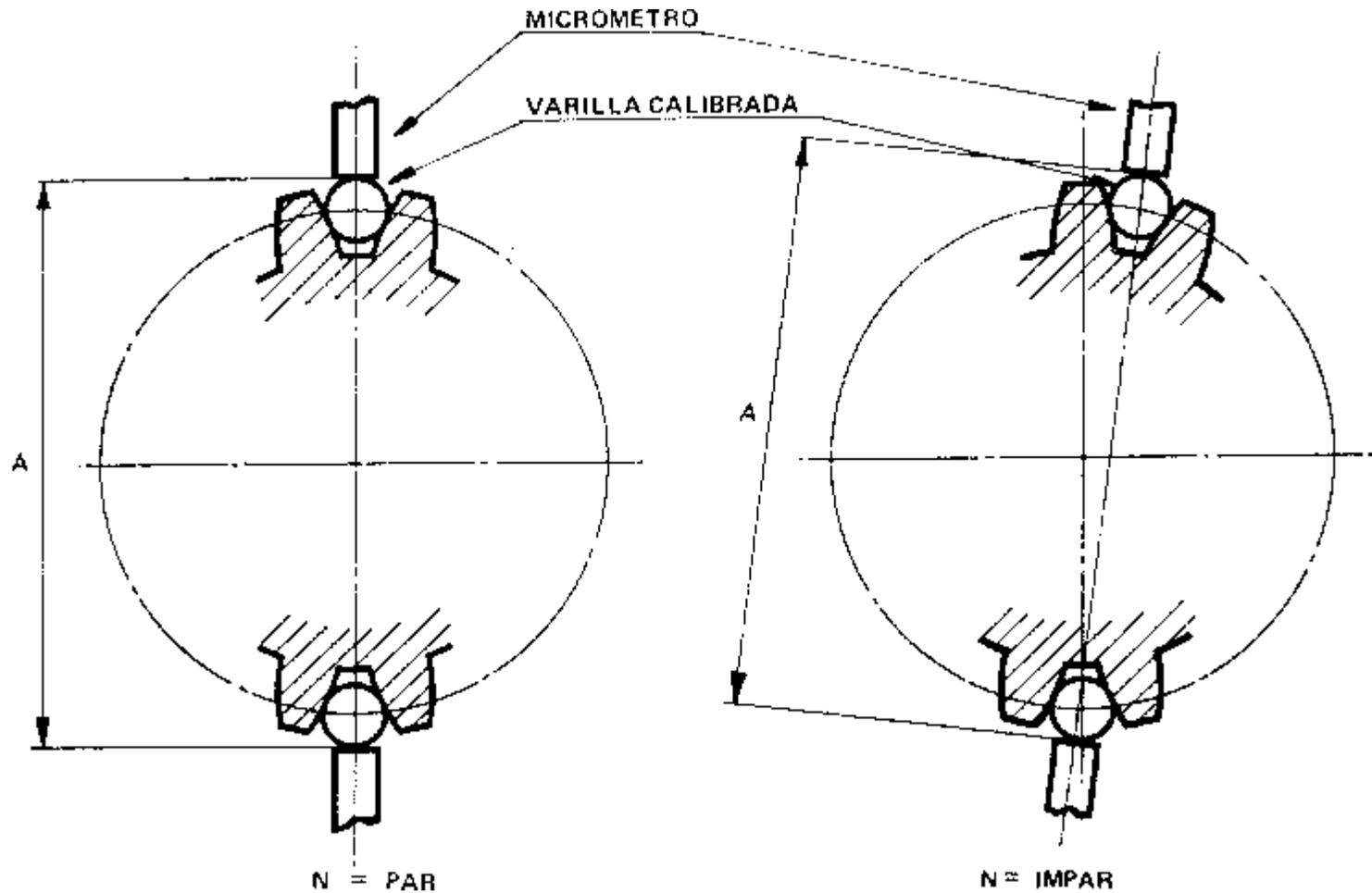
- La medición de los dientes se efectúa encajándolos sucesivamente en el aparato así calibrado. Si el palpador del comparador desciende es que el espesor verificado es mayor que el deseado y a la inversa.



8.2.3. Medición del intervalo entre dientes

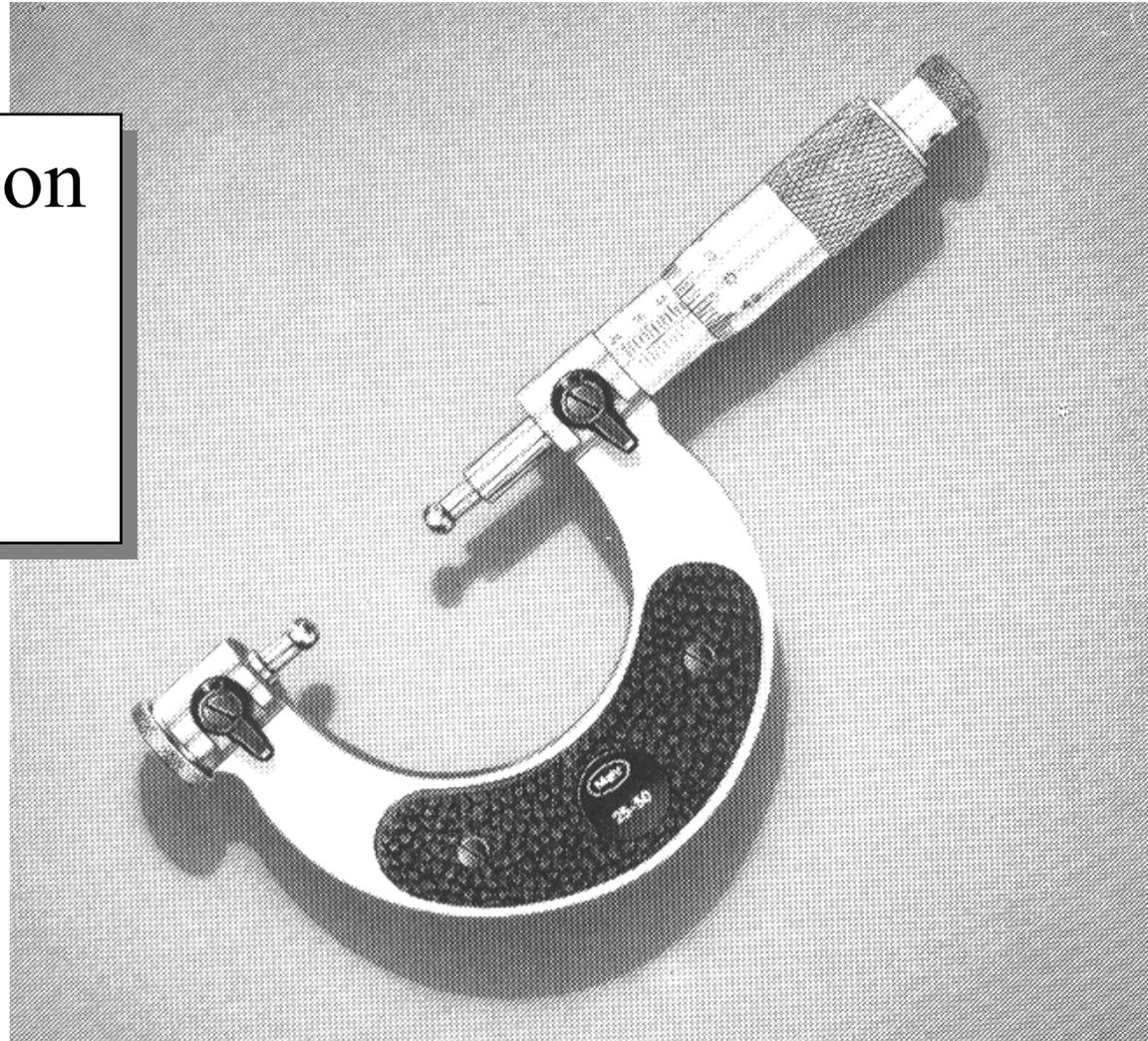
- Es necesario comprobar que el paso está correctamente dividido en espesor del diente y hueco. Para ello se calcula el intervalo por trigonometría a partir de la distancia A entre las varillas colocadas en dos huecos diametralmente opuestos

8.2.3. Medición del intervalo entre dientes



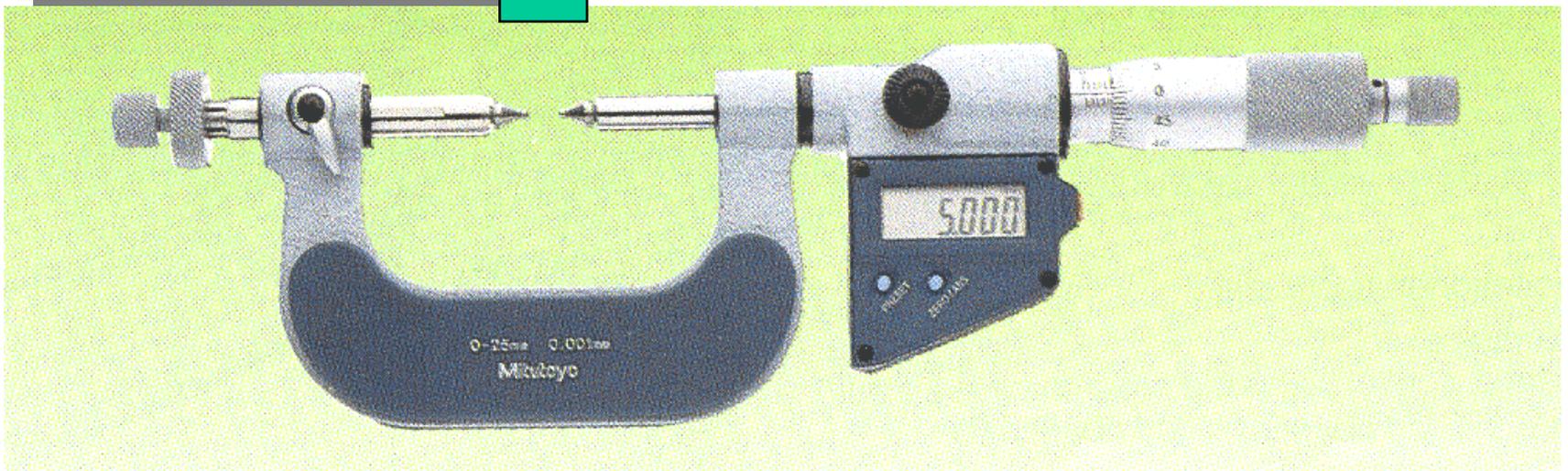
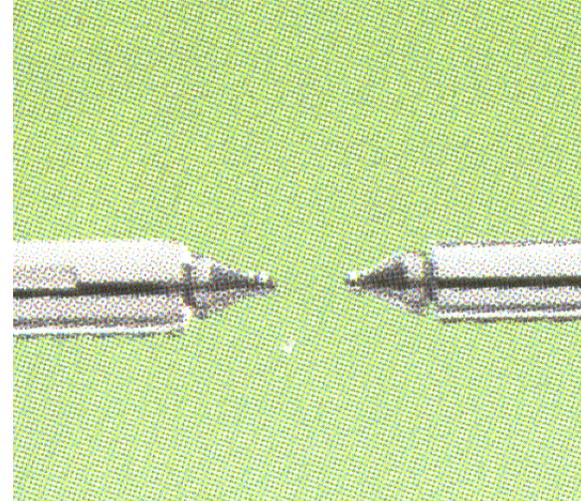
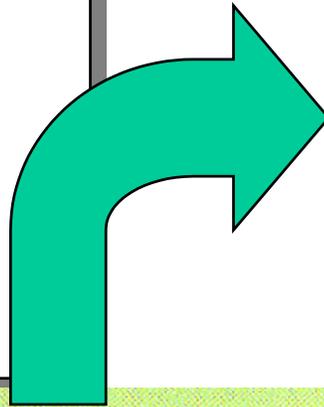
8.2.3. Medición del intervalo entre dientes

Micrómetro con
contactos de
medida
esféricos



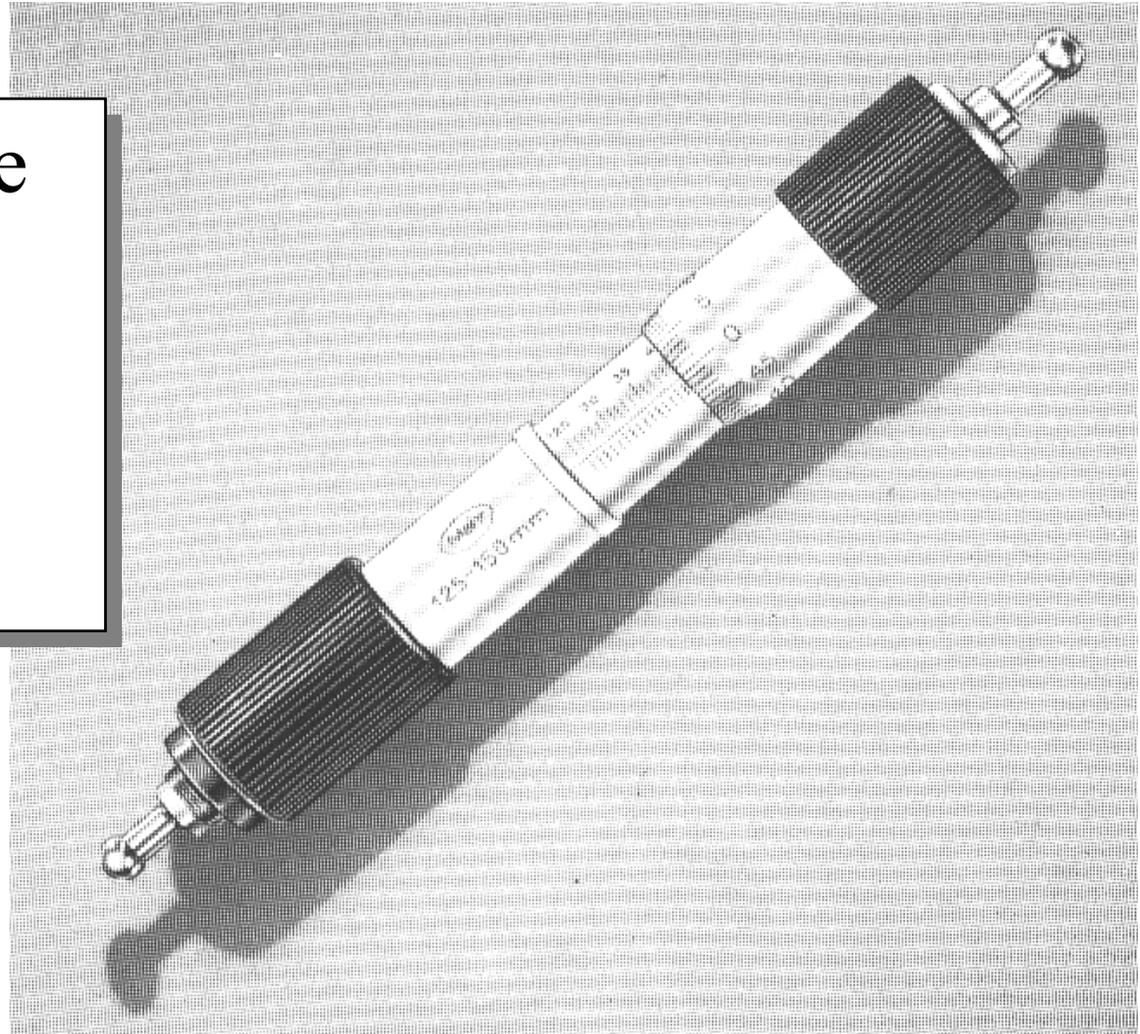
8.2.3. Medición del intervalo entre dientes

Micrómetro digital con contactos de medida esféricos



8.2.3. Medición del intervalo entre dientes

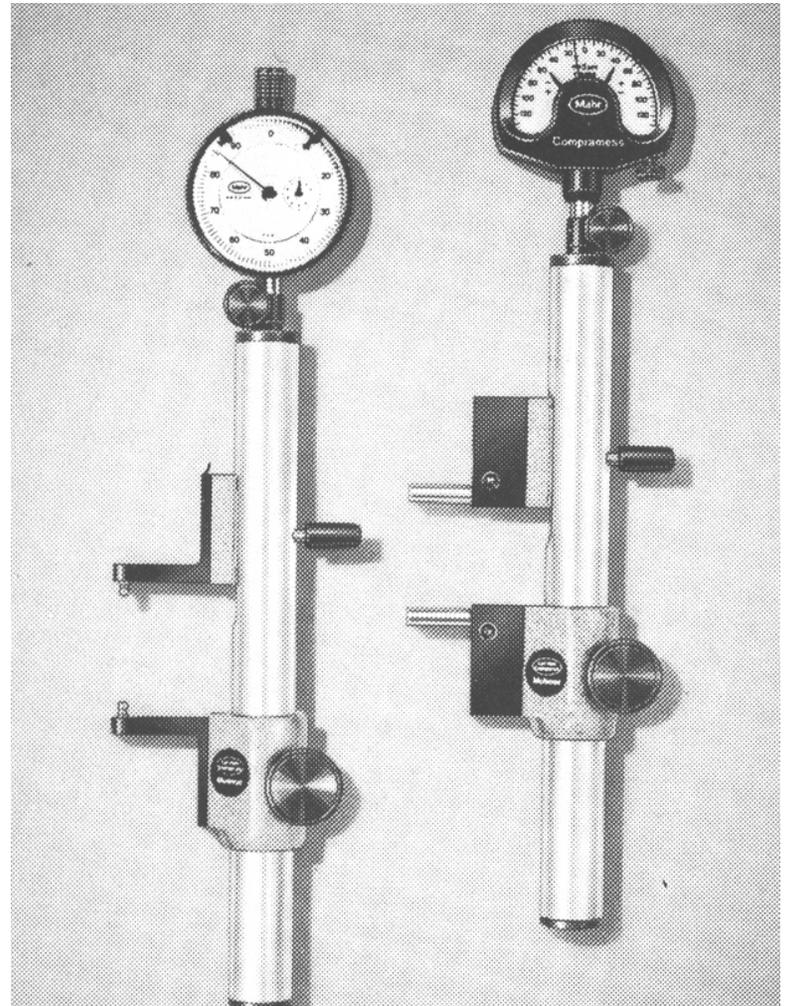
Micrómetro de
interiores con
contactos de
medida
esféricos



8.2.3. Medición del intervalo entre dientes

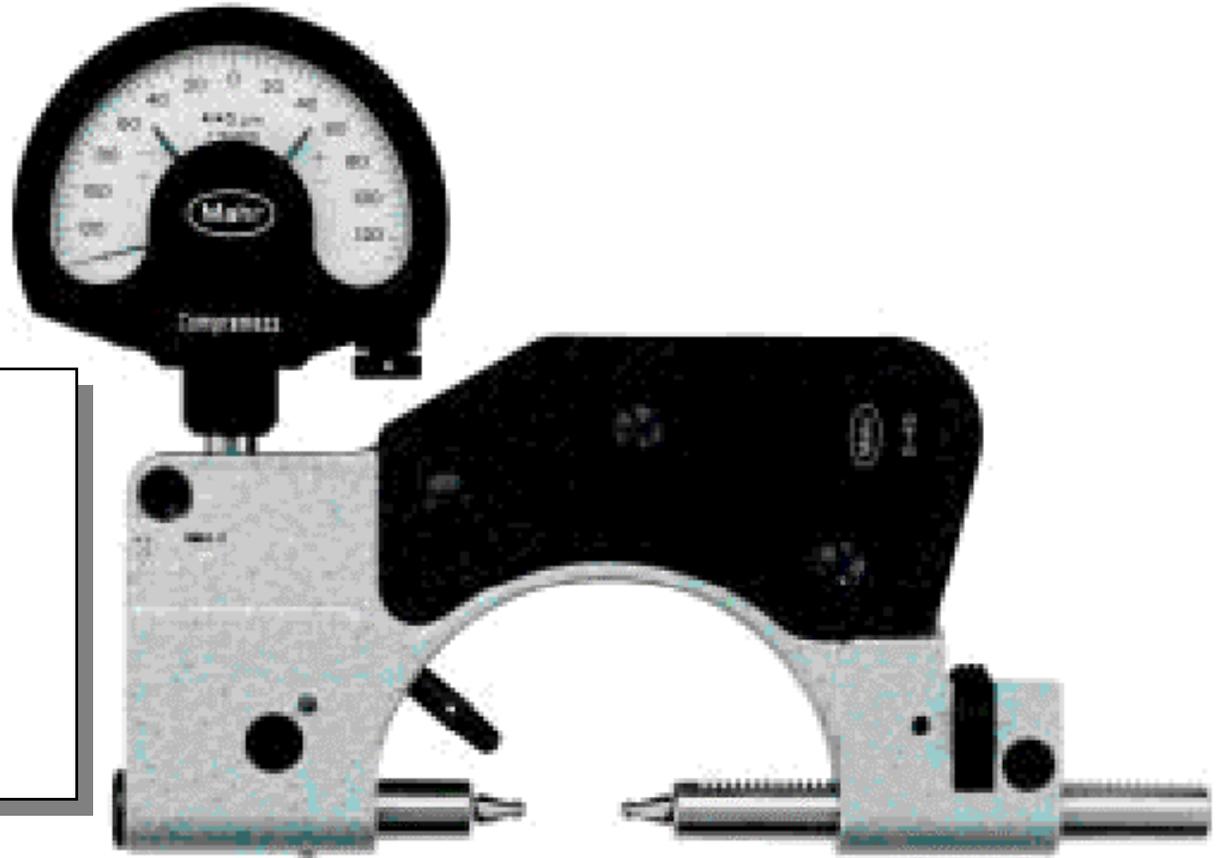
Instrumento comparador con contactos esféricos intercambiables.

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

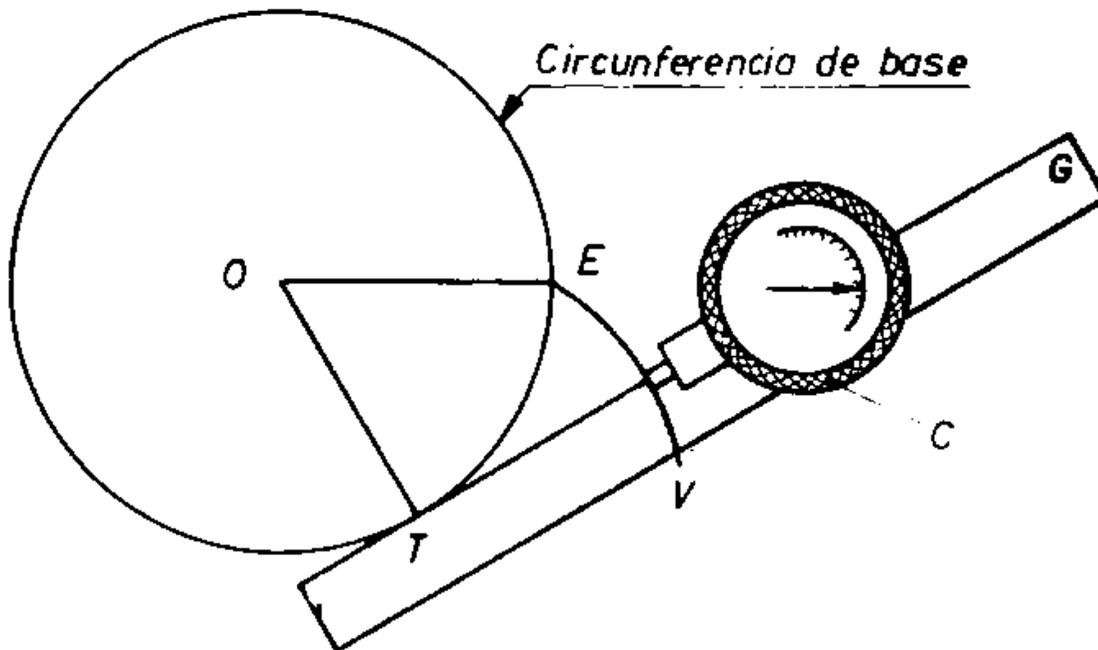


8.2.3. Medición del intervalo entre dientes

Comparador de interiores con contactos de medida esféricos

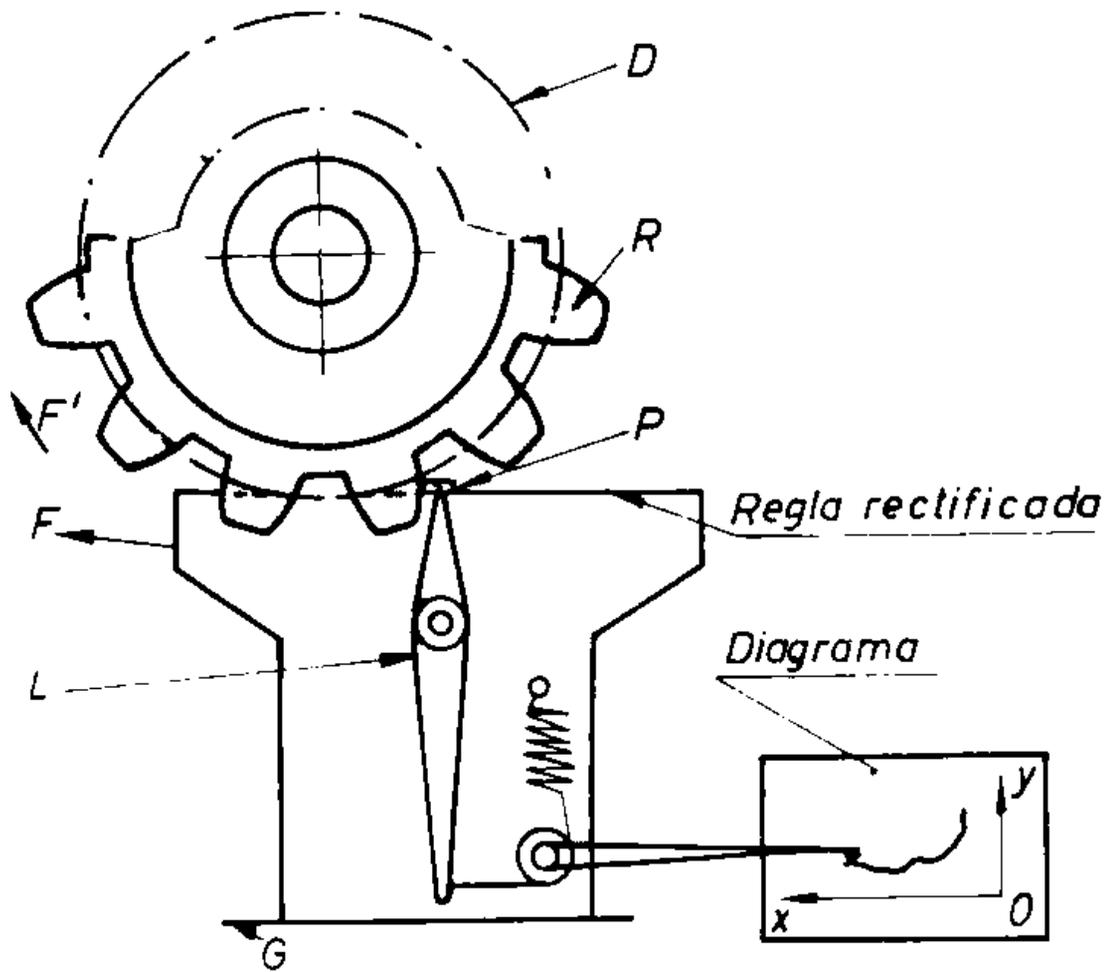


8.2.4. Control del perfil evolvente (I)

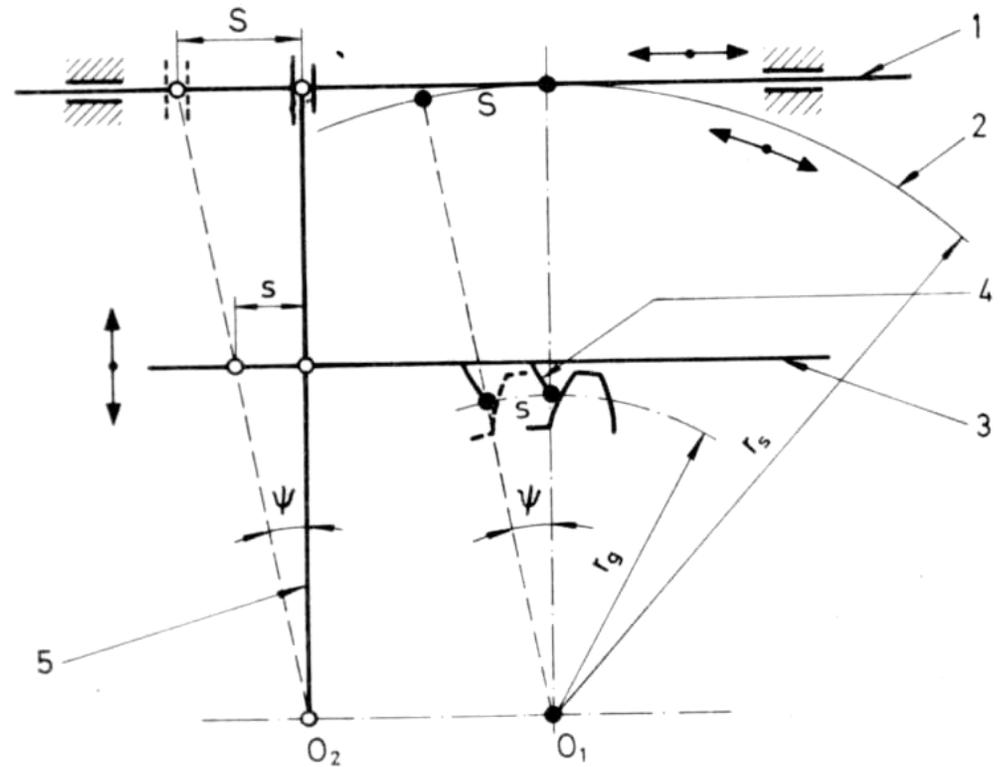
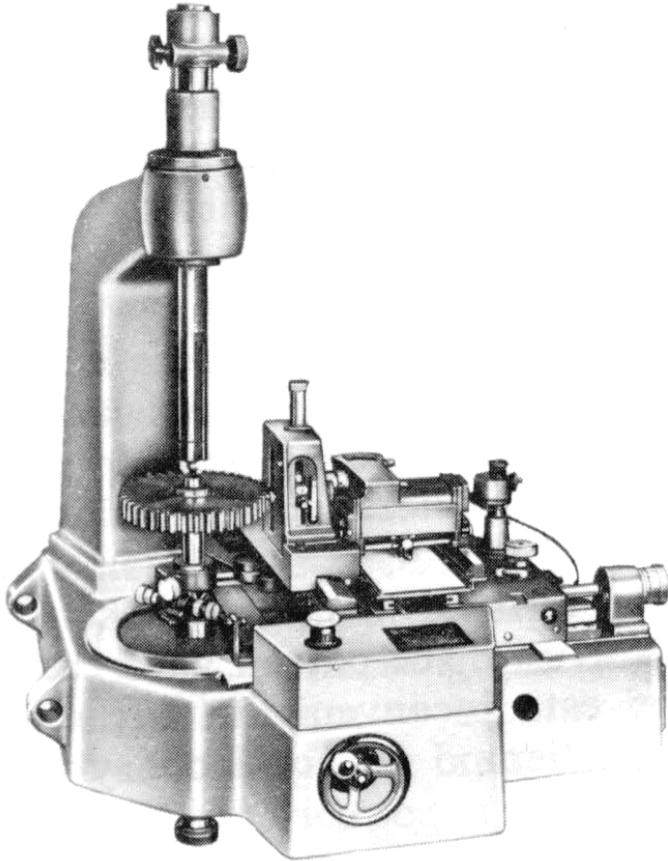


Esquema de un dispositivo para comprobar perfiles evolventes.

8.2.4. Control del perfil evolvente (II)



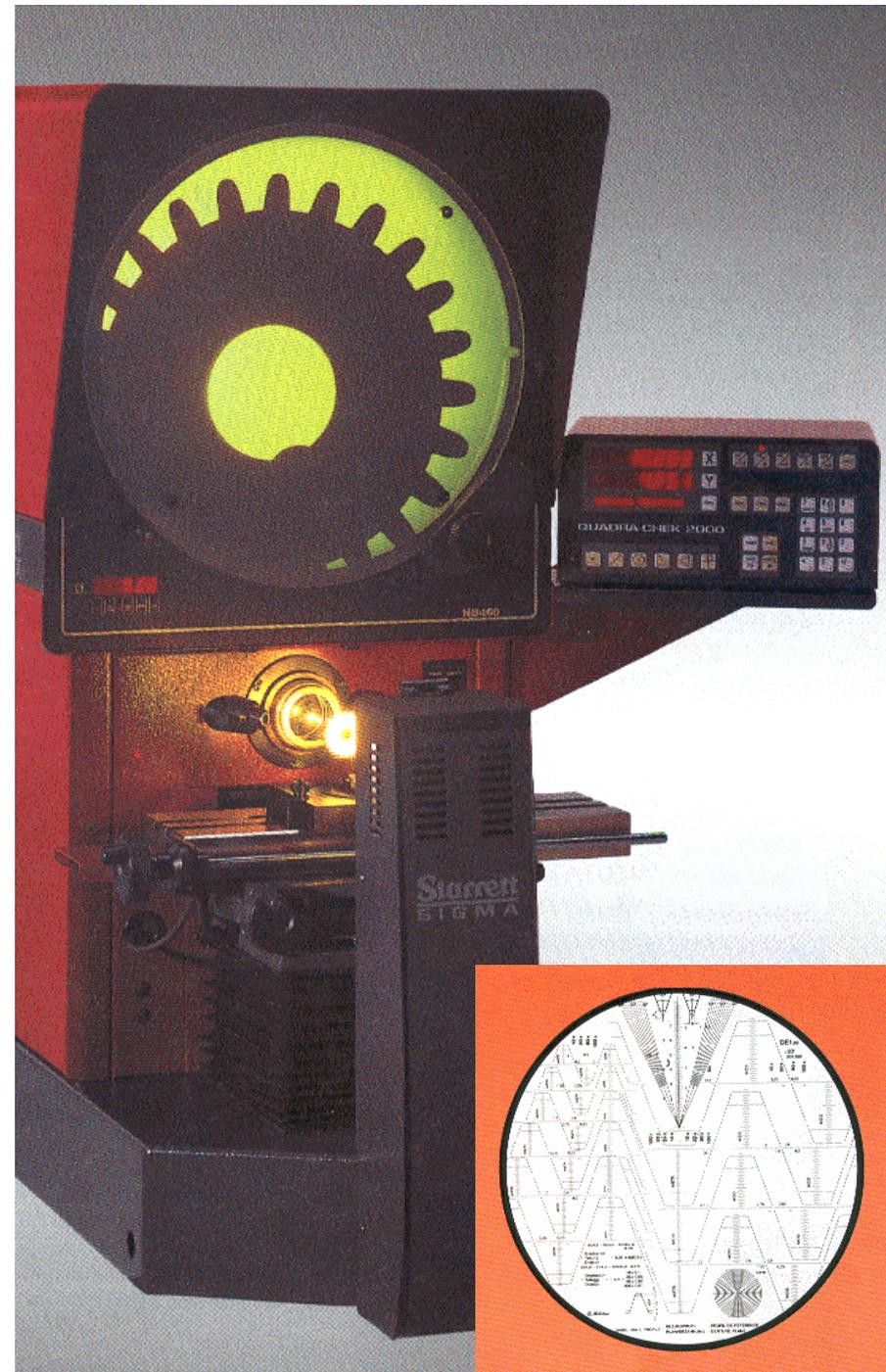
8.2.4. Control del perfil evolvente (III)



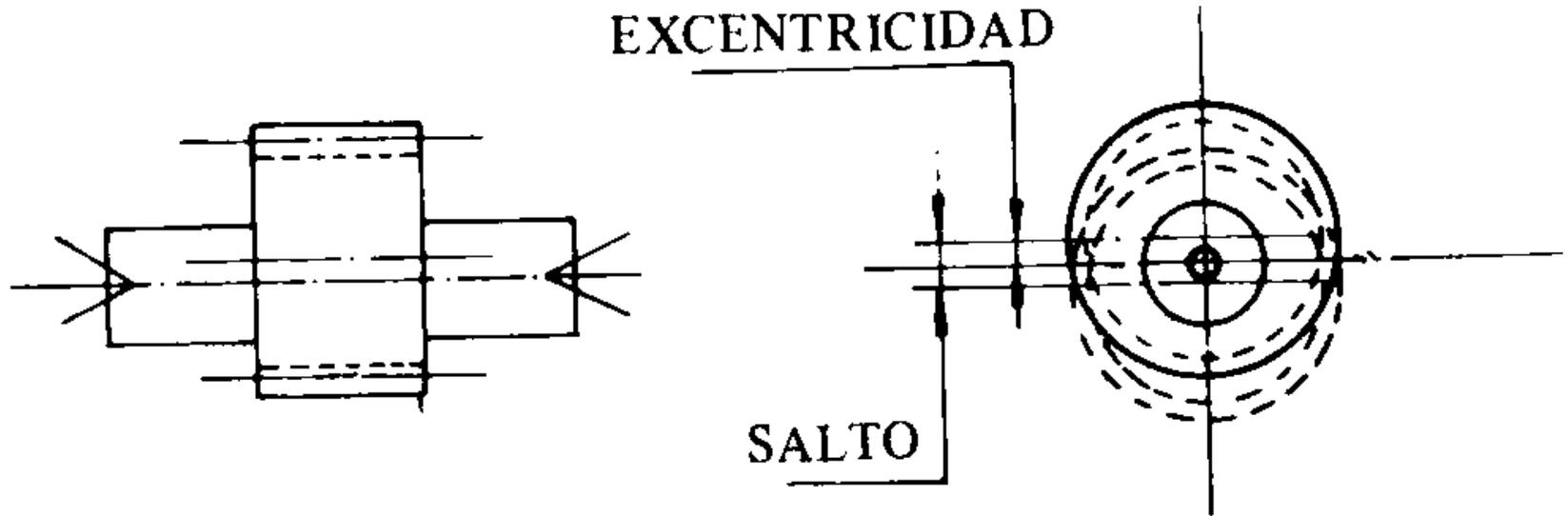
Esquema del principio de funcionamiento

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.



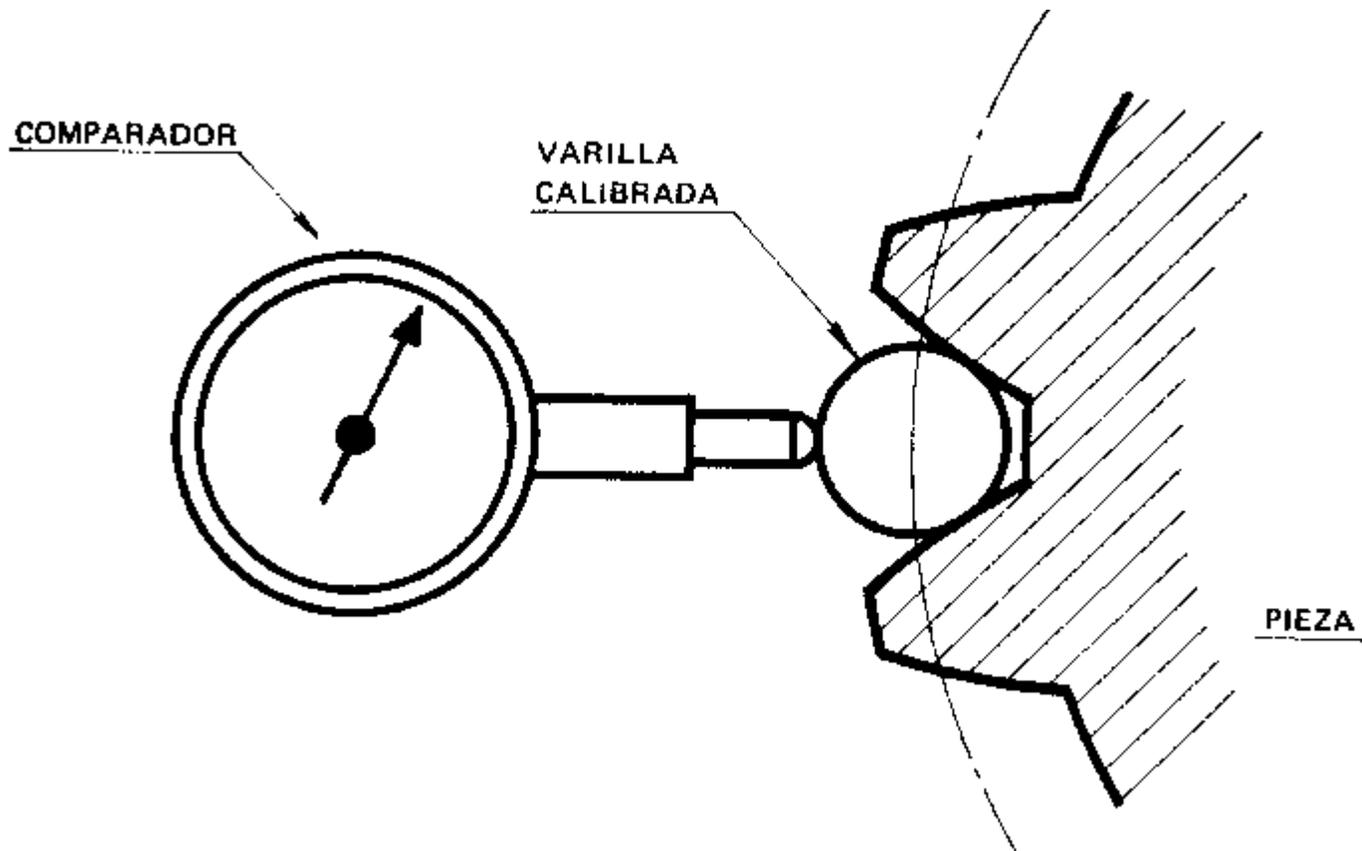
8.2.6. Medición de la excentricidad



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.

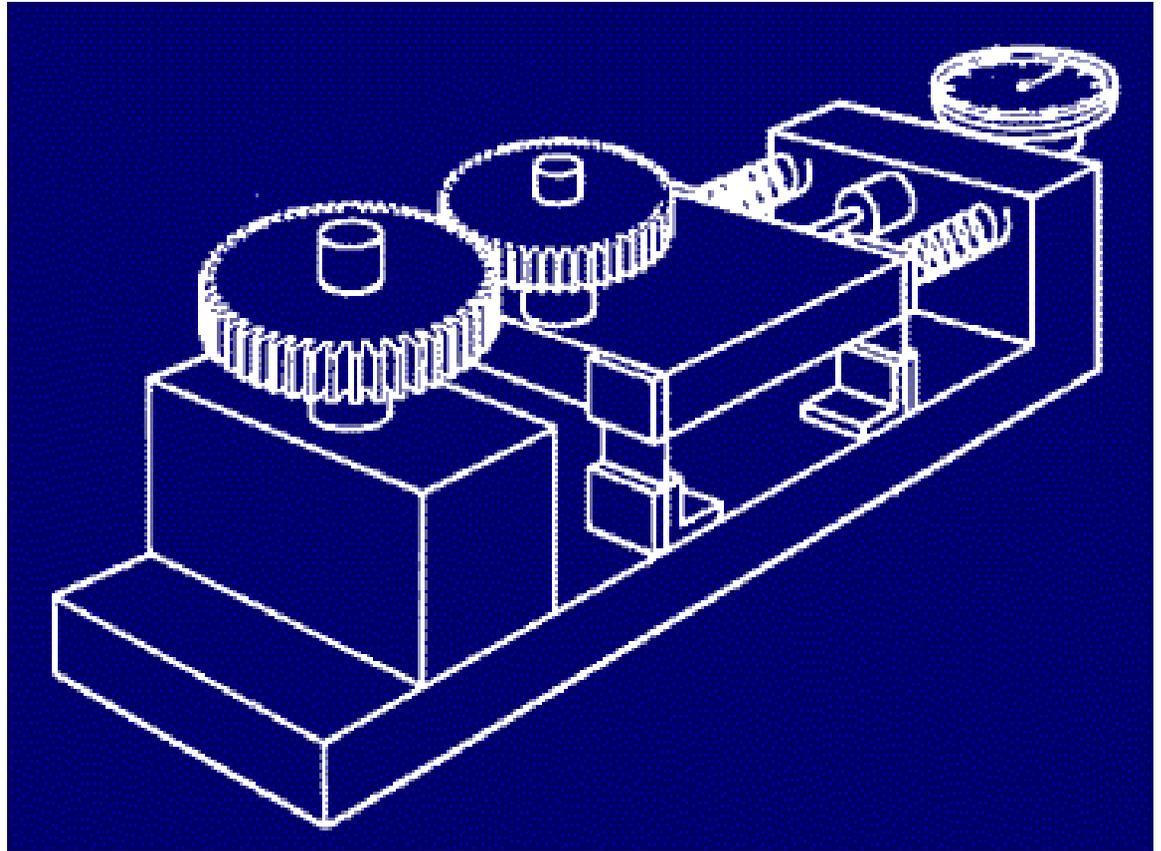
8.2.6.1. Con comparador y varilla calibrada



8.2.6. Medición de la excentricidad.

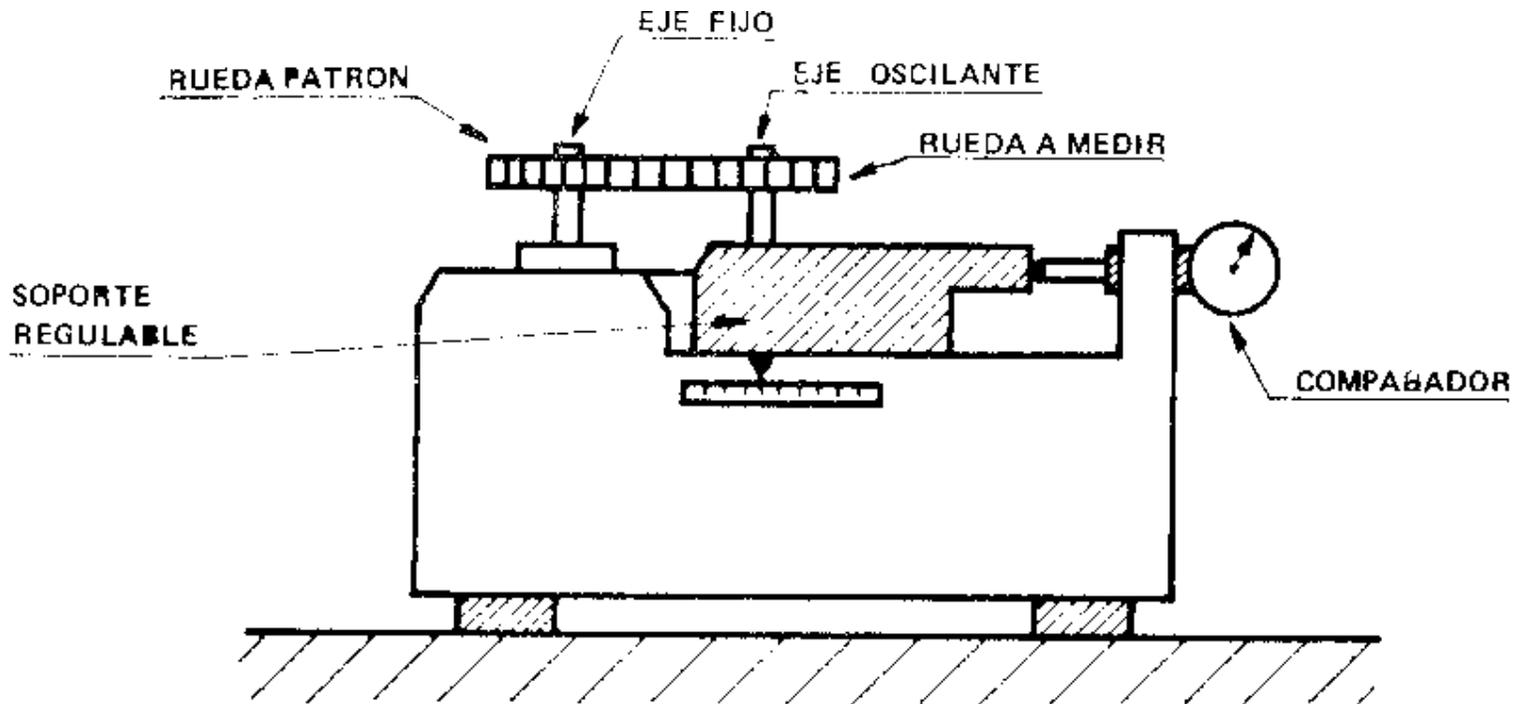
8.2.6.2. Por rodadura contra un perfil patrón.

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.

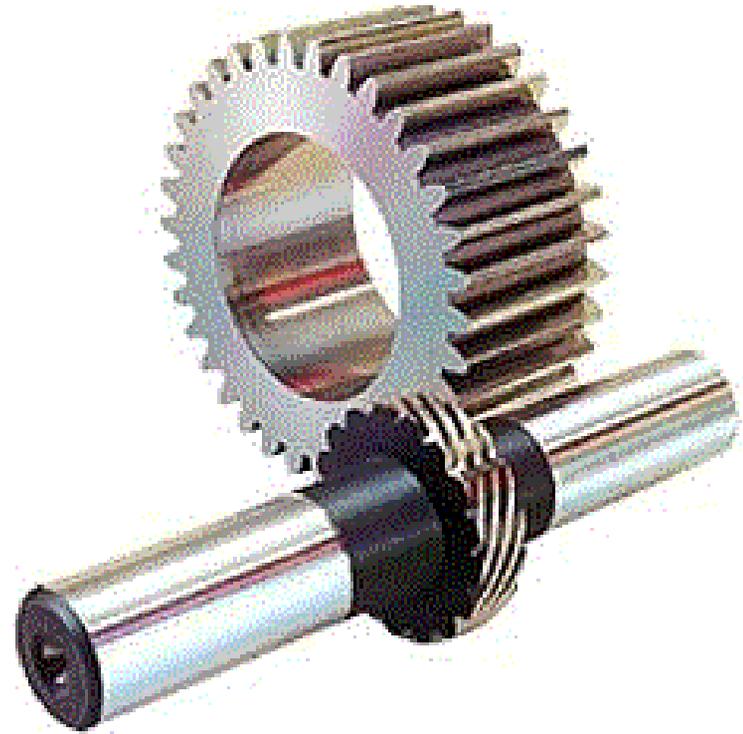


El patrón gira sobre su eje fijo y un reloj comparador indica el desplazamiento del eje regulable del engranaje medido

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.

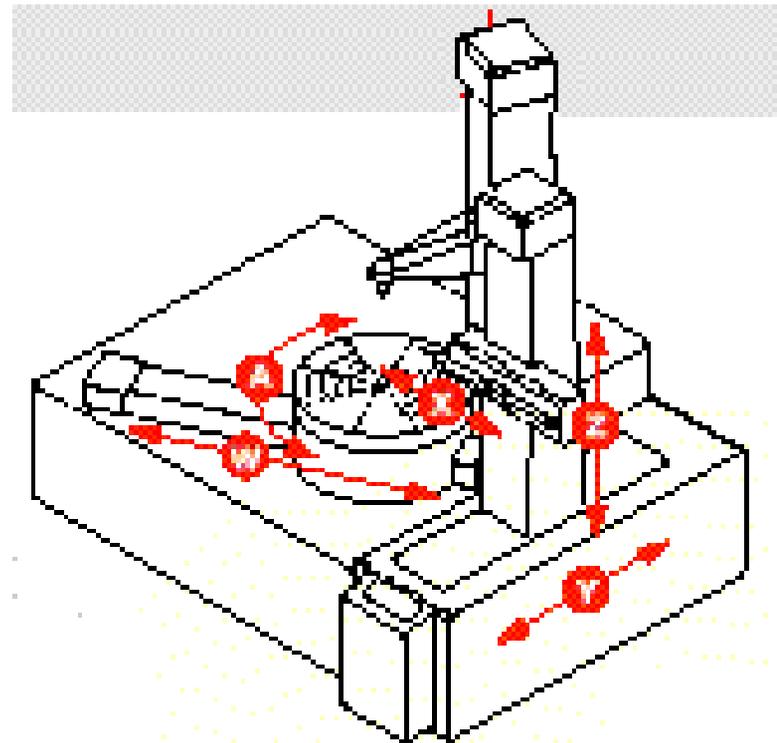
Los equipos actuales de control numérico gobiernan todos los grados de libertad desde el PC y trabajan en



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

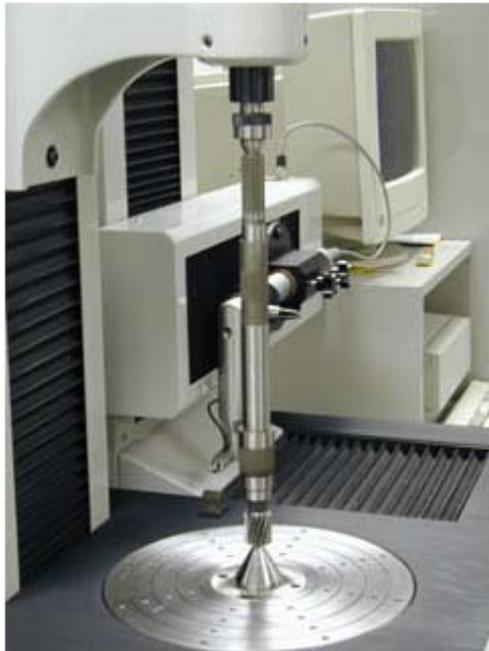
8.3. Medición de engranajes por coordenadas

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

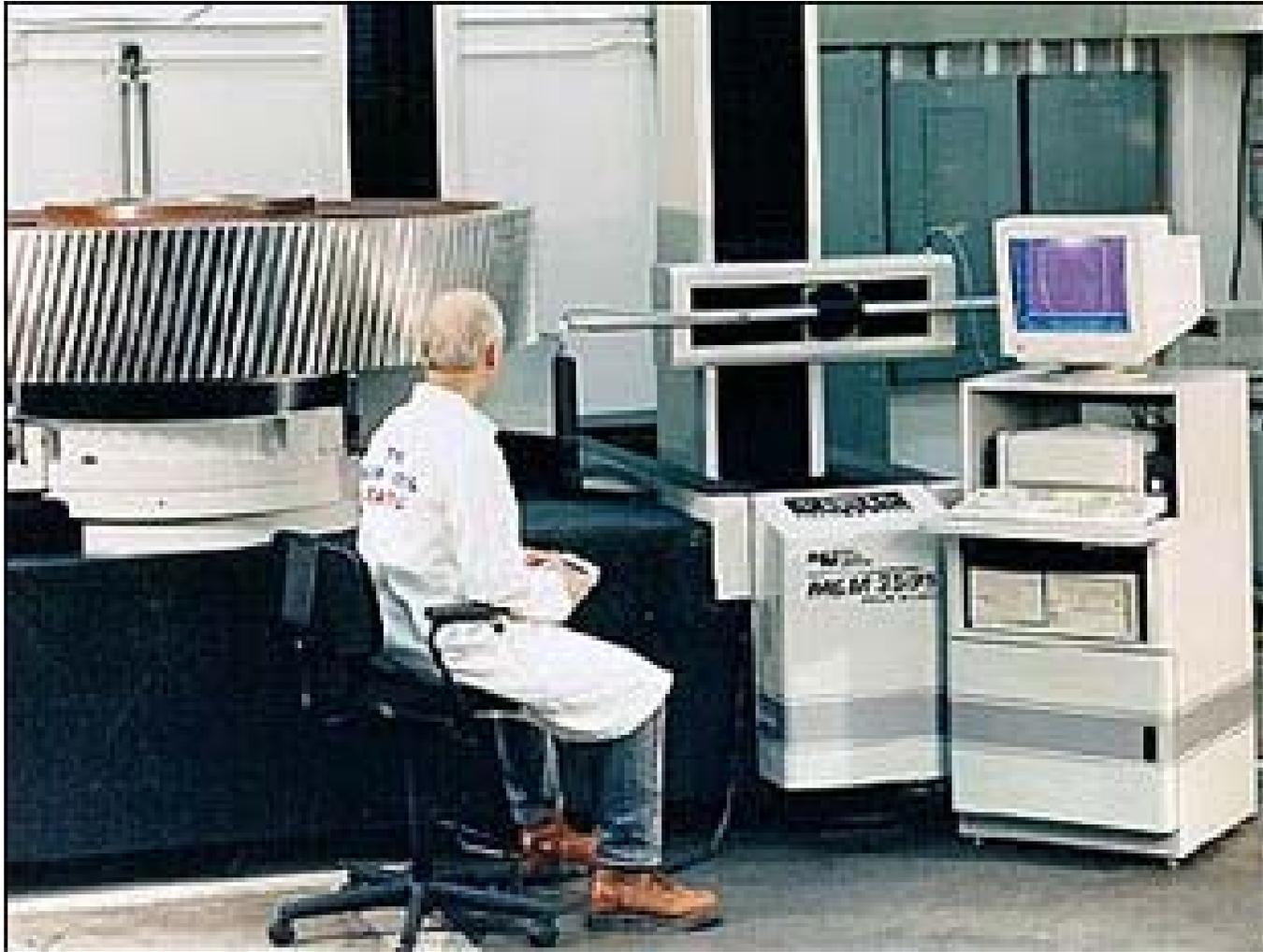


8.3. Medición de engranajes por coordenadas

- 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