Geometric Dimensioning and Tolerancing (GD&T)

۱۵ خرداد ماه ۱۳۸۳

مهدی پرچمی
محمدرضا عباسی

فهرست مطالب

- **مقدمه**
- تعاریف
- اصول اندازه گیری
- مزایای GD&T
- شرط ماده Material Condition
- تغییر دهنده ها Modifiers
- ناحیه تلرانسی
- قانون اول و دوم GD&T

ANSI: | **ISO:**

فهرست مطالب (ادامه)

- **تلرانسهای فرم Form**
  - مقدمه (فرم , موج و زبری)
  - راستی Straightness
  - تختی Flatness
  - گردی Circularity (Roundness)
  - استوانه ای Cylindricity

- **مبناها**
  - تعاریف
  - سیستم سه صفحه ای (قطعات غیر دوار)
  - قطعات دوار

فهرست مطالب (ادامه)

- **تلرانسهای راستا Orientation**
  - زاویه ای Angularity
  - توازی Parallelism
  - تعامد Perpendicularity (Squareness)

- **تلرانسهای مکان Location**
  - موقعیت Position
  - هم محوری و هم مرکزی Concentricity & Coaxiality
  - تقارن Symmetry

ANSI:	ISO:

فهرست مطالب (ادامه)

- **تلرانسهای لنگی Run-out**
  - لنگی ساده Simple Run-out
  - لنگی کل Total Run-out

- **تلرانسهای پروفیل Profile**
  - پروفیل خط Profile of line
  - پروفیل سطح Profile of surface

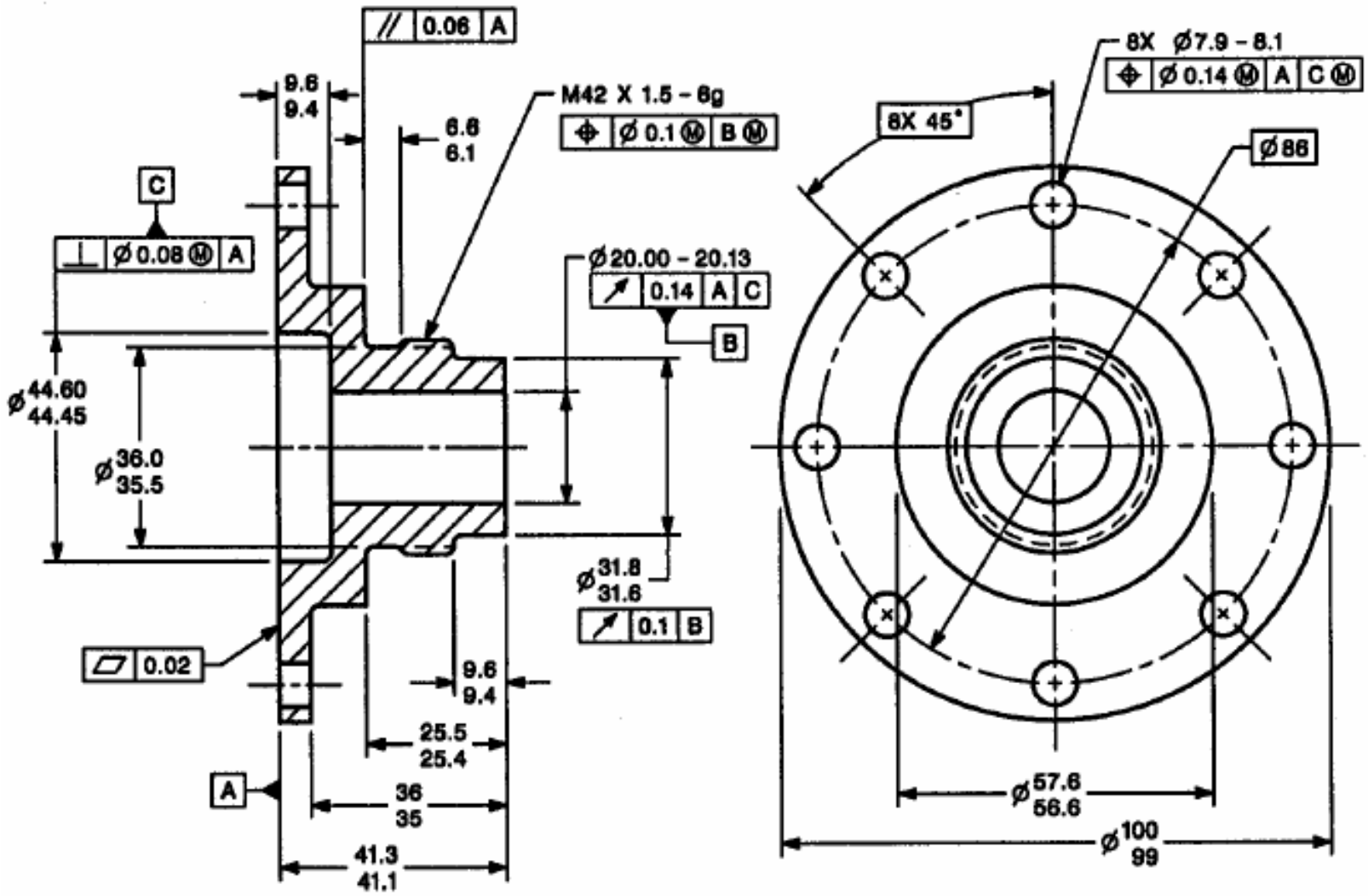
علائم تلرانس هندسی

SYMBOL	CHARACTERISTIC	GEOMETRIC TOLERANCE
—	STRAIGHTNESS	FORM
▱	FLATNESS	
○	CIRCULARITY	
⌭	CYLINDRICITY	
⌒	PROFILE OF A LINE	PROFILE
⌓	PROFILE OF A SURFACE	
∠	ANGULARITY	ORIENTATION
⊥	PERPENDICULARITY	
//	PARALLELISM	
⌖	TRUE POSITION	LOCATION
◎	CONCENTRICITY	
=	SYMMETRY	
↗	CIRCULAR RUNOUT	RUNOUT
⌰	TOTALRUNOUT	

ANSI:

ISO:

علائم تلرانس هندسی



ANSI:	ISO:

تعاریف

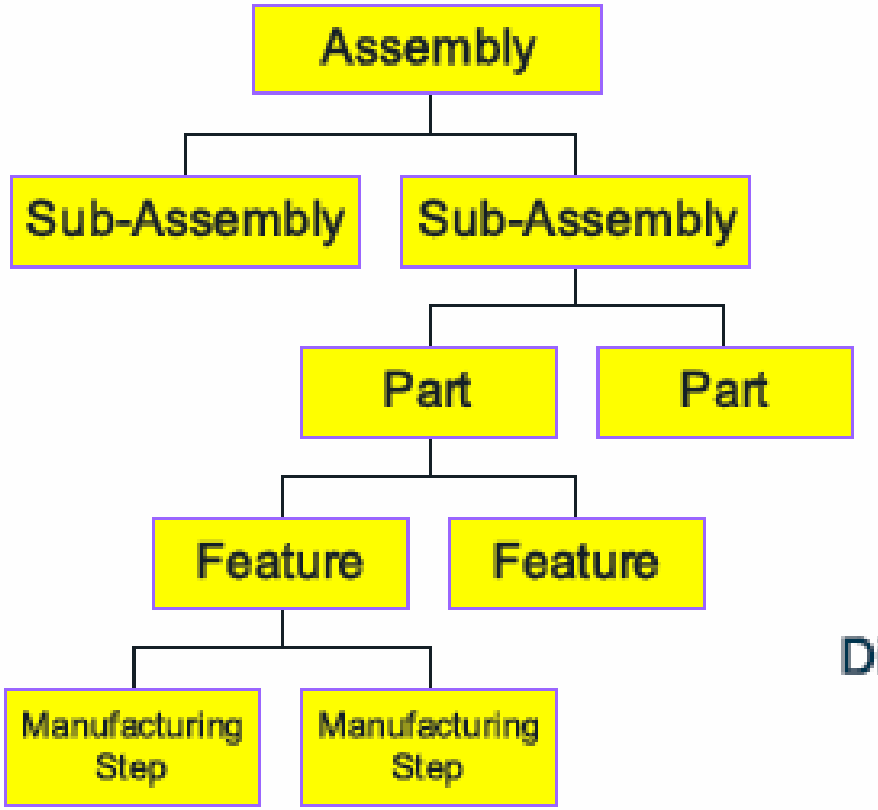
- **نقشه مهندسی چیست ؟**
  - یک نقشه مهندسی عبارتست از مدرکی که تعریف دقیق از قطعه‌ای را انتقال میدهد
  - نقشه های مهندسی مدارک قانونی هستند بنابراین باید دقیق و رسمی باشند
  - نقشه های ضعیف باعث اشتباه در تولید و مضاعف شدن هزینه های تولید و زمان تحویل قطعه میشود
- **محتویات نقشه مهندسی:**
  - هندسه قطعه (شکل ، اندازه و فرم قطعه)
  - اندازه‌های عملکردی
  - تلرانسهای مجاز برای هر عملکرد خاص
  - ماده ، عملیات حرارتی ، پوششها و ...
  - اطلاعات اسنادی قطعه (شماره فنی ، بازنگری و ...)

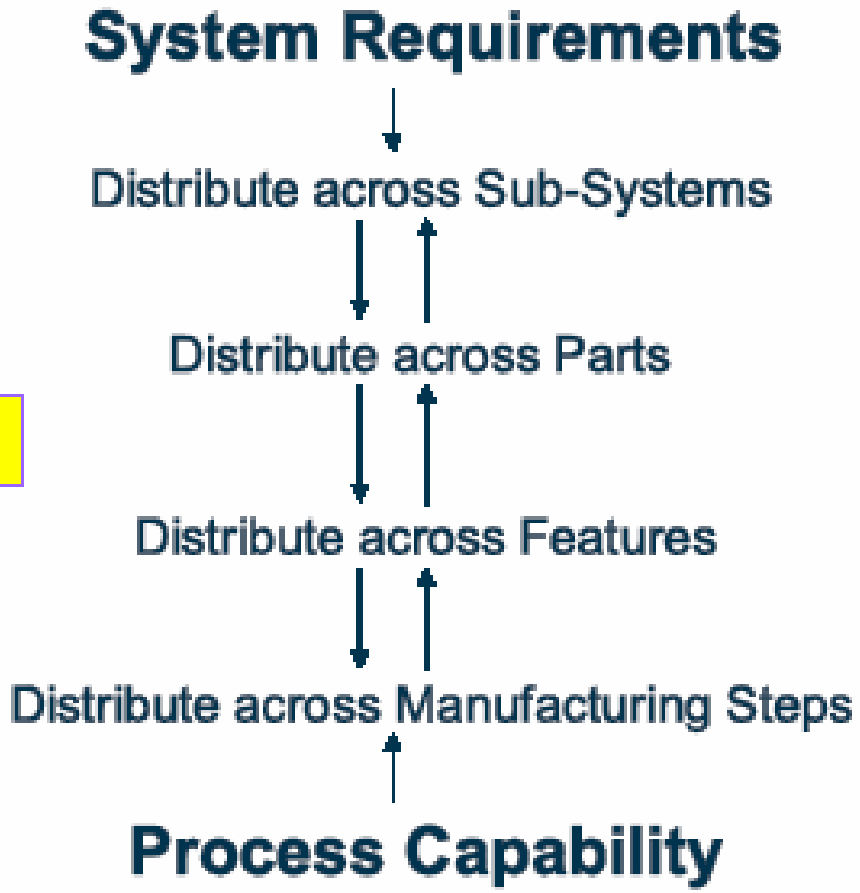
تعاریف (ادامه)

- **پروسه تولید نقشه:**
  - نقشه تحقیقاتی
  - نقشه پروتوتایپ
  - نقشه طراحی (طرح با ابعاد)
  - نقشه متد (تصمیم گیری برای نوع ماشینکاری)
  - نقشه خام قطعه
  - نقشه ماشینکاری قطعه

ANSI: | **ISO:**

تعاریف (ادامه)





ANSI:

ISO:

تعاریف (ادامه)

- **بعد Dimension :**
  - عبارتست از یک مشخصه هندسی قطعه مانند: طول ، قطر ، زاویه و ...
- **اندازه Size :**
  - مقدار عددی که برای هر بعد تعریف می‌شود

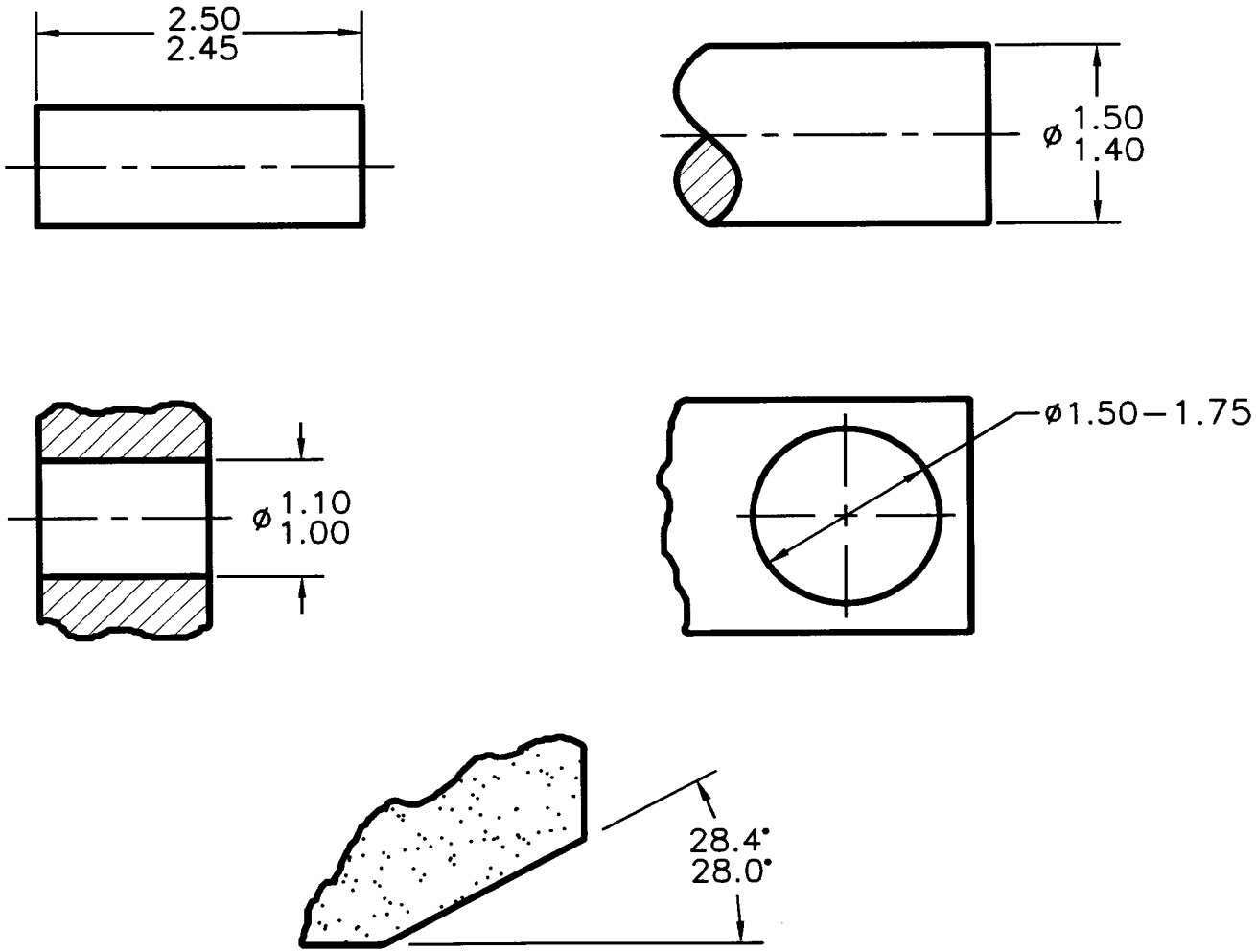
(نقشه خوب نقشه‌ای است که برای تمام ابعاد قطعه اندازه‌هایی بطور مستقیم یا غیر مستقیم قابل استنتاج باشد.)

- **تلرانس Tolerance :**
  - عبارتست از مقدار مجاز تغییرات یک اندازه و برابراست با تفاوت حداکثر و حداقل.
  - (تمام حدود اندازه مطلق بوده ، یعنی بعداز آخرین رقم صفر وجود دارد.)

تعاریف (ادامه)

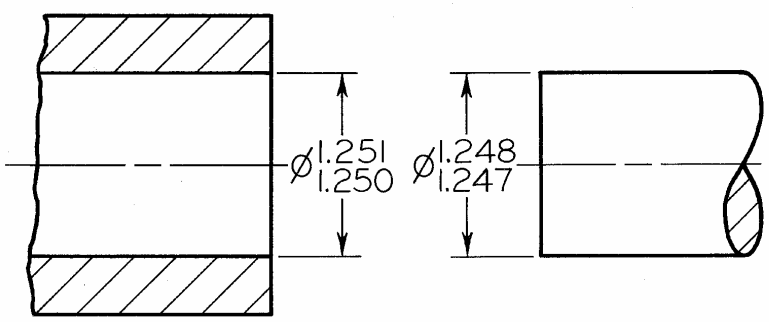
- **انواع تلرانس:**
  - تلرانس حدی .Limit tol
  - تلرانس مثبت و منفی .Plus – minus tol
    - تلرانس دو طرف برابر
    - تلرانس یک طرفه
    - تلرانس دو طرف نابرابر
- **لقی Allowance :**
  - تفاوت بین ماکزیمم اندازه یک شفت و مینیمم اندازه یک سوراخ
- **لقی Clearance :**
  - تفاوت بین ماکزیمم مینیمم یک شفت و ماکزیمم اندازه یک سوراخ
- **انحراف Deviation :**
  - تفاوت بین اندازه مطلق (خط صفر) و ماکزیمم یا مینیمم تلرانس شفت یا سوراخ میباشد

Limit Tolerance تلرانس حدی

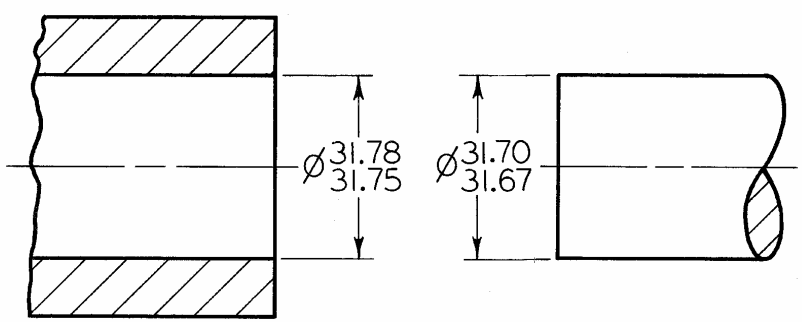


ANSI:	ISO:

Limit Tolerance تلرانس حدی



(a) LIMIT DIMENSIONS

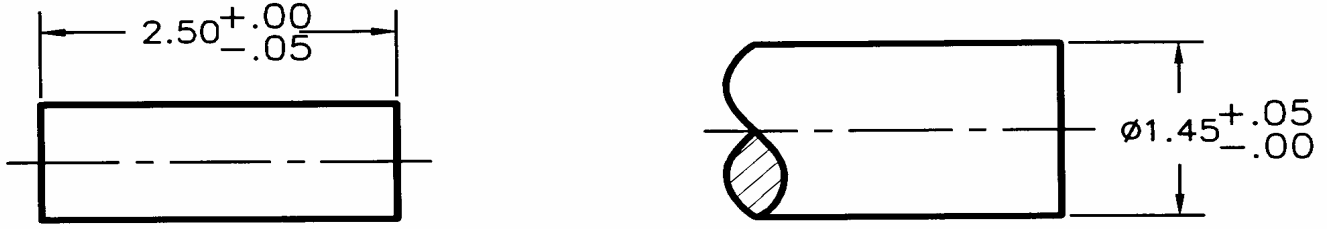


(b) LIMIT DIMENSIONS – METRIC

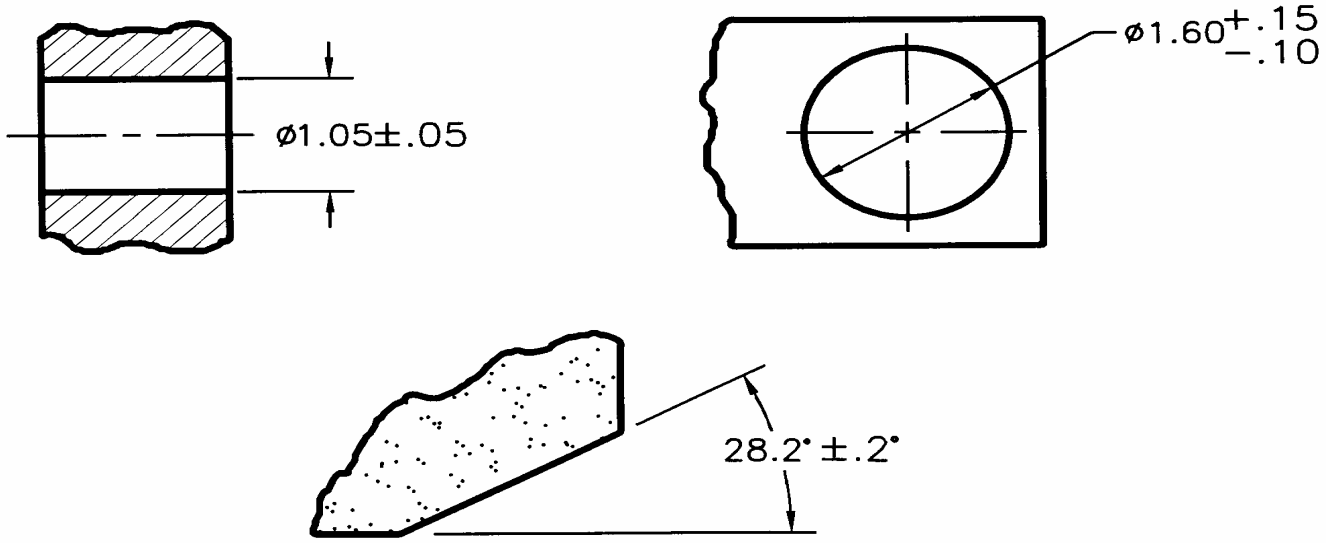
ANSI:

ISO:

تلرانس مثبت / منفی



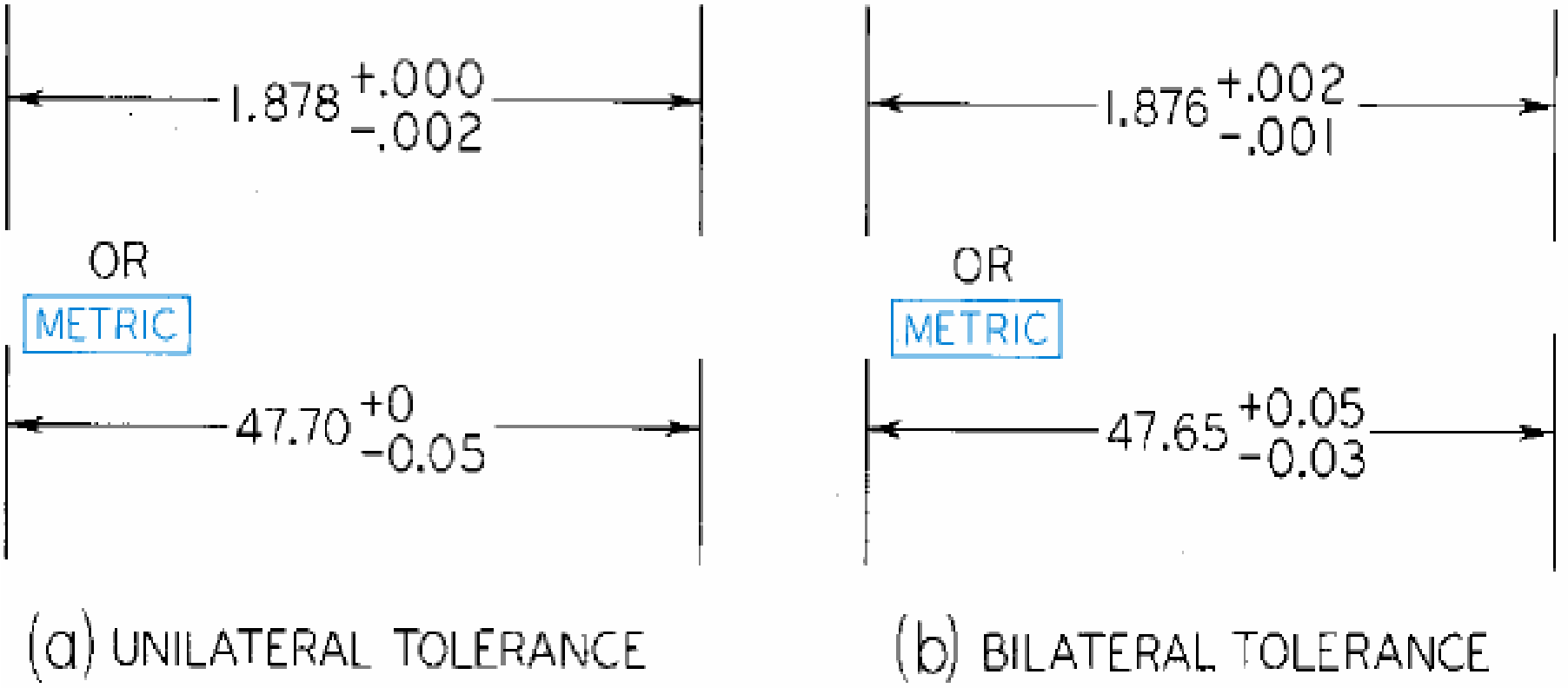
(a) UNILATERAL TOLERANCING



(b) BILATERAL TOLERANCING

ANSI:	ISO:

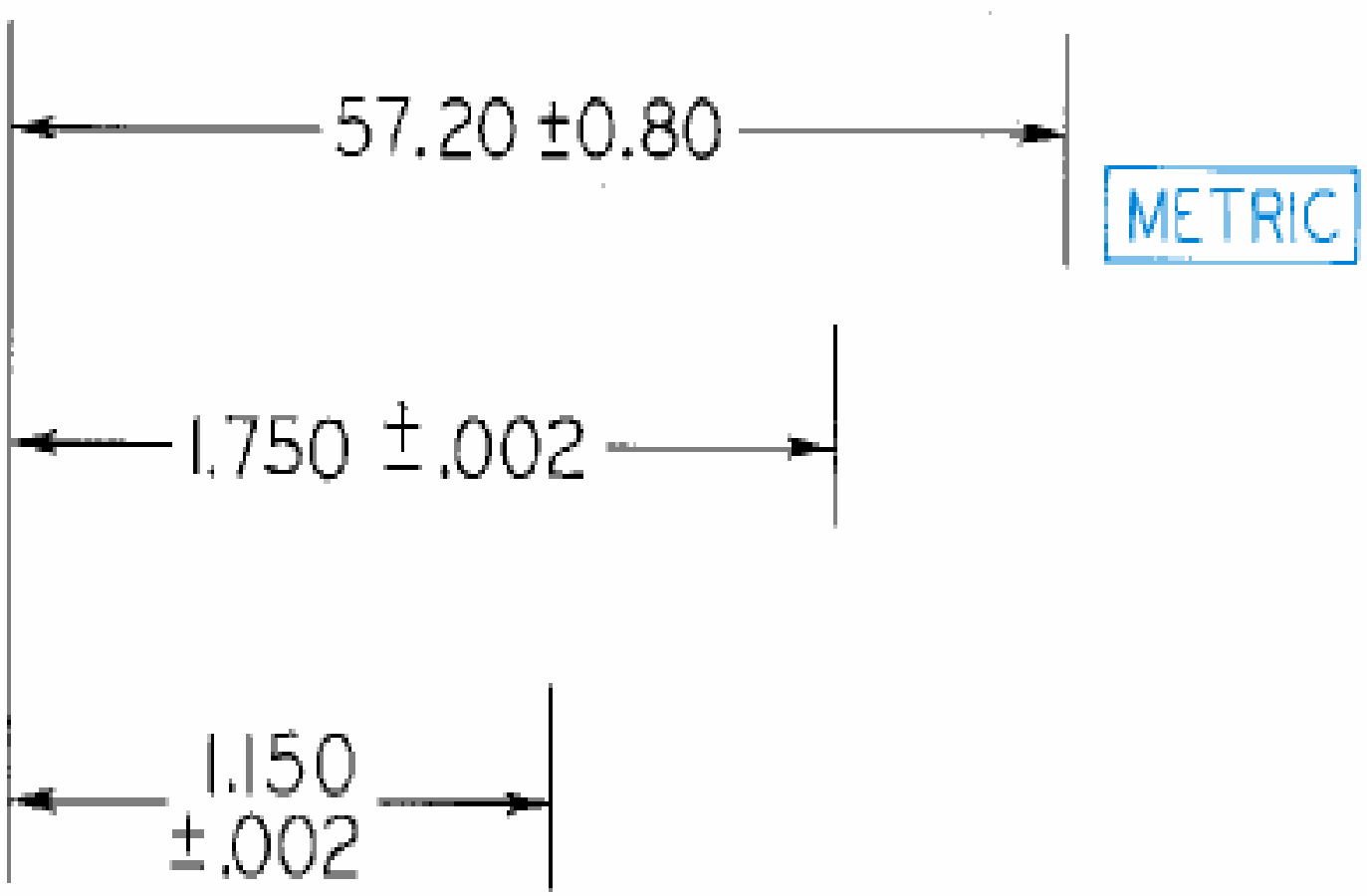
تلرانس مثبت / منفی



ANSI:

ISO:

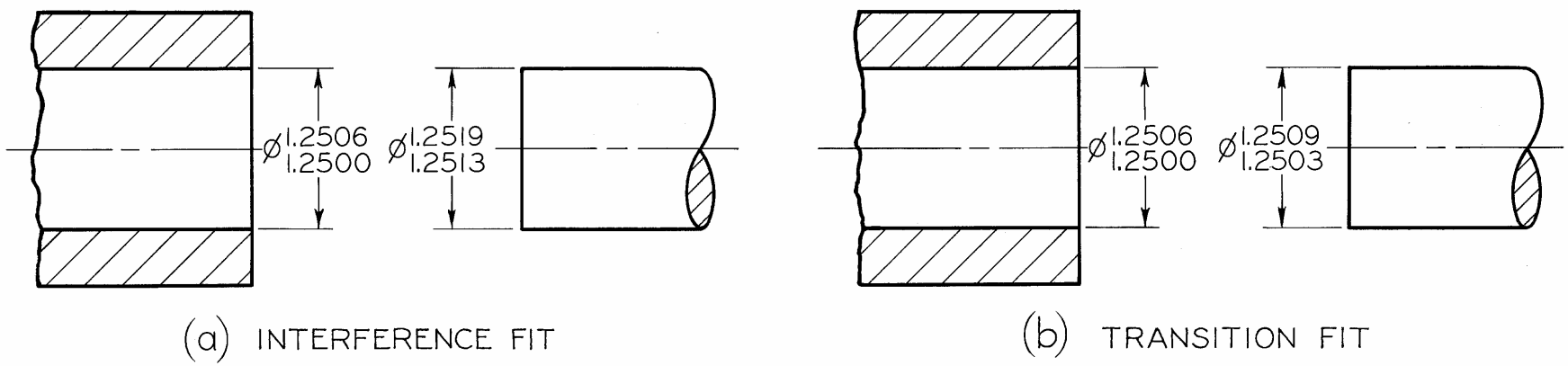
تلرانس مثبت / منفی



ANSI:	ISO:

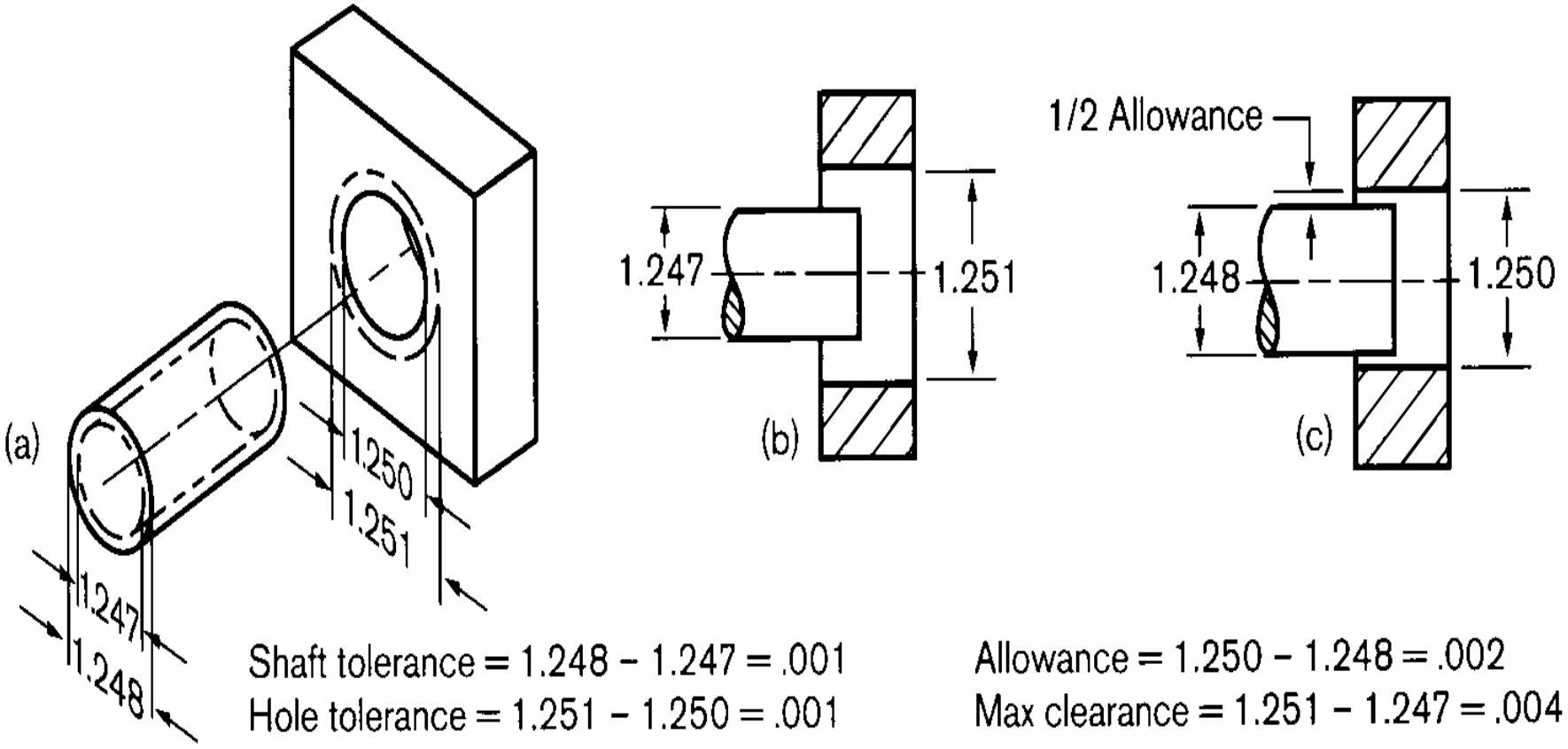
انطباقات Fits

- **انواع انطباق:**
  - انطباق لق Clearance Fit:
    - عضو داخلی همیشه فاصله دارد و لق است
  - انطباق تداخلی Interference Fit:
    - عضو داخلی همیشه بزرگتر است و باید با زور (نیرو) داخل عضو خارجی شود
  - انطباق روان Transition Fit:
    - عضو داخلی یا لق است یا تداخلی



ANSI:	ISO:

Fits انطباقات



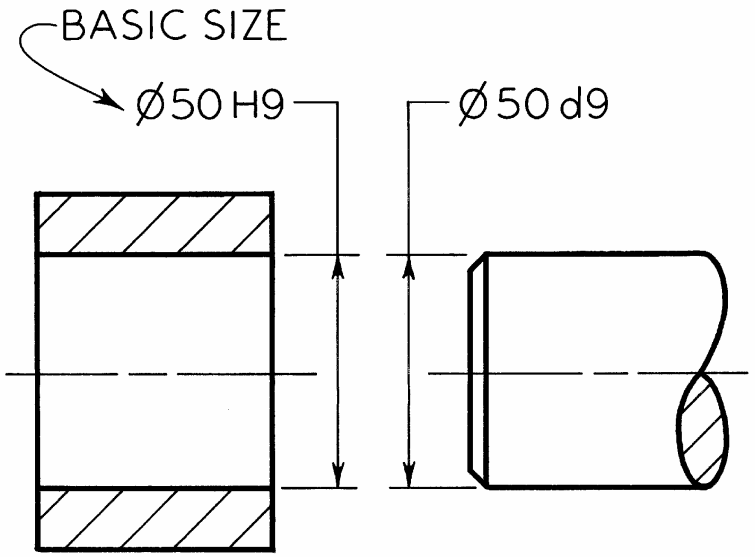
Shaft tolerance = 1.248 – 1.247 = .001
Hole tolerance = 1.251 – 1.250 = .001

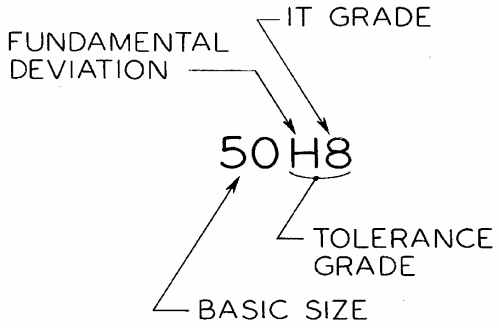
Allowance = 1.250 – 1.248 = .002
Max clearance = 1.251 – 1.247 = .004

ANSI:

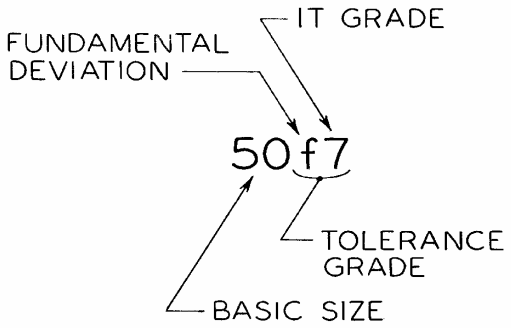
ISO:

Fits انطباقات

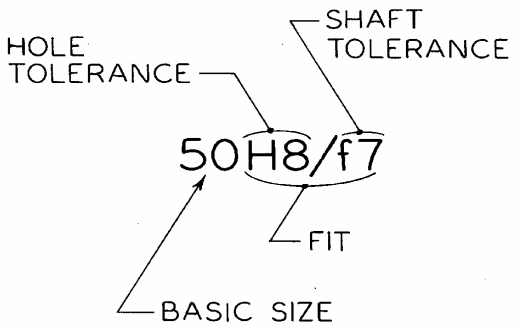




(a) HOLE



(b) SHAFT

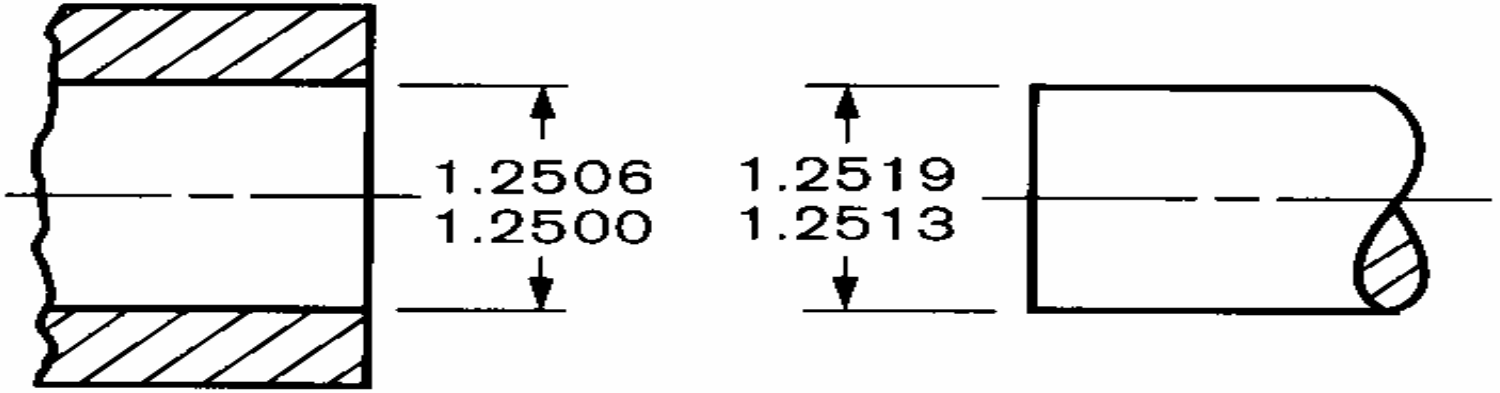


(c) FIT

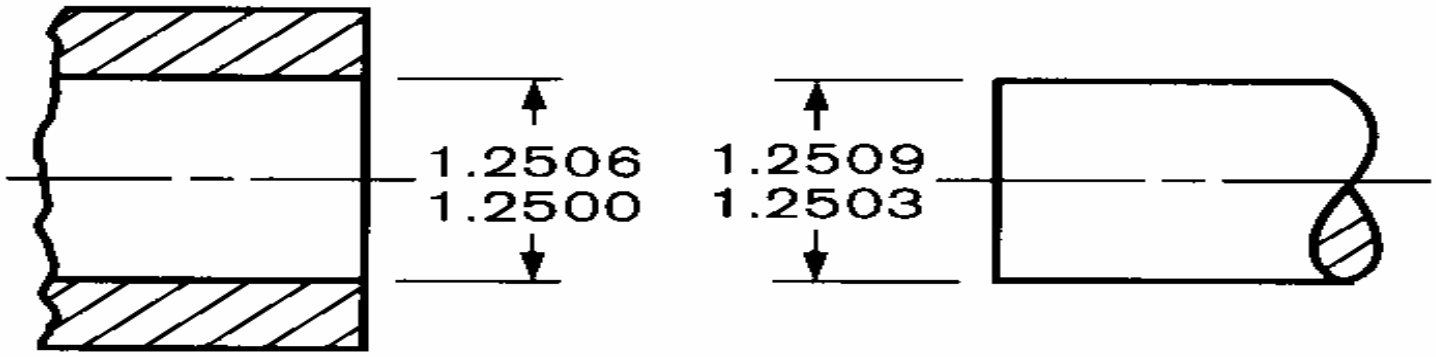
ANSI:

ISO:

Fits انطباقات



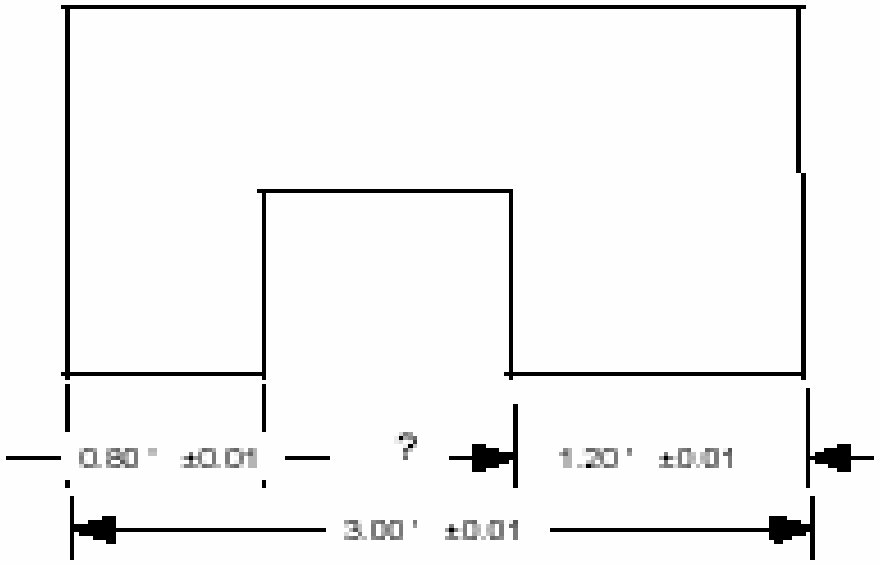
(a) Interference fit



(b) Transition fit

ANSI:	ISO:

Tolerance Chain زنجیره تلرانسی



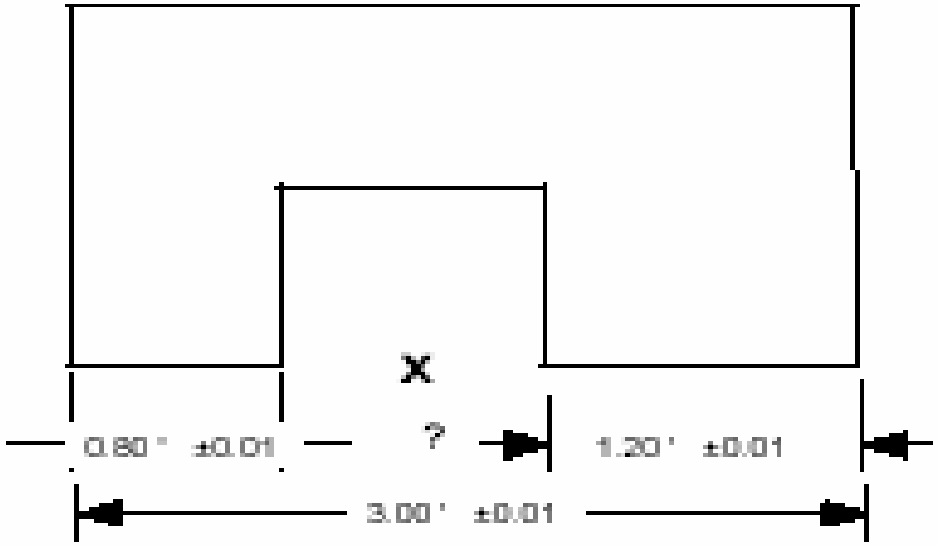
What is the expected dimension and tolerances?

$d = 3.00 - 0.80 - 1.20 = 1.00$

$t = \pm (0.01 + 0.01 + 0.01) = \pm 0.03$

ANSI:	ISO:

Tolerance Chain زنجیره تلرانسی



Maximum x length = 3.01 - 0.79 - 1.19 = 1.03
Minimum x length = 2.99 - 0.81 - 1.21 = 0.97

Therefore x = 1.00 ± 0.03

ANSI:

ISO:

تلرانس عمومی

EXCEPT WHERE STATED OTHERWISE
TOLERANCES ON DIMENSIONS ±.010

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED
±.007 TOLERANCE ON MACHINED DIMENSIONS
±.10 TOLERANCE ON CAST DIMENSIONS
ANGULAR TOLERANCE ±.1°

ANSI:

ISO:

تعاریف (ادامه)

- **اندازه واقعی Actual size :**
  - اندازه واقعی یک بعد عبارتست از مقداری که تحت شرایط استاندارد و بدون خطا روی یک قطعه اندازه‌گیری می‌شود.
- **اندازه اسمی Nominal size :**
  - یک تعریف کلی اندازه است که برای دسته بندی و گروه بندی (استاندارد کردن) بعضی از قطعات استفاده می‌شود.
- **اندازه طراحی Design size :**
  - اندازه ایست که در مورد آن تلرانس داده شده است.
- **اندازه مطلق Basic size :**
  - اندازه‌ای که تئوریک بوده و از آن اندازه‌های حدی برای آن بعد حاصل شده است.
  - (اندازه‌ای که لقی به آن اعمال نمی‌شود و در نقشه به عنوان اندازه مطلق تلقی می‌شود)

Local Size اندازه محلی

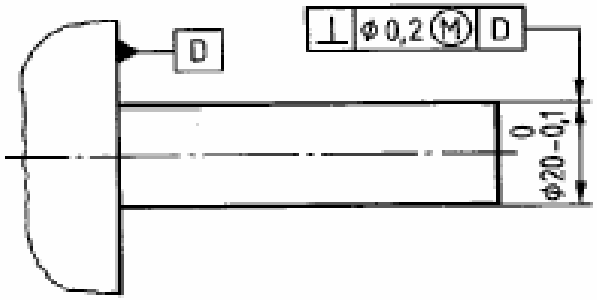
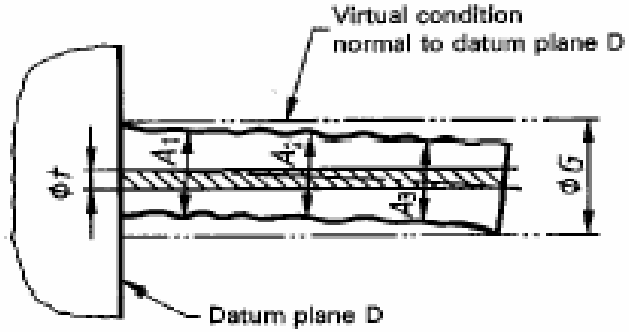


Figure 12 a)

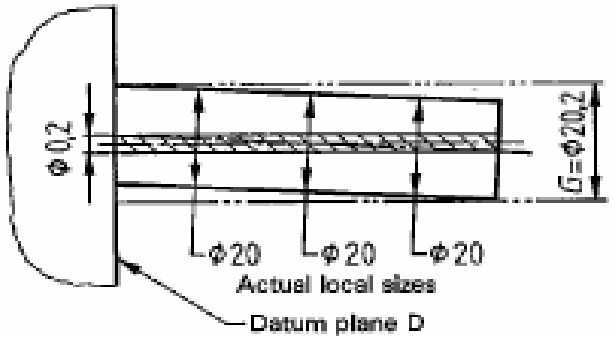


A_1 to A_3 = actual local sizes = 19,9 ... 20
(maximum material size = ϕ 20)

G = virtual size = ϕ 20,2

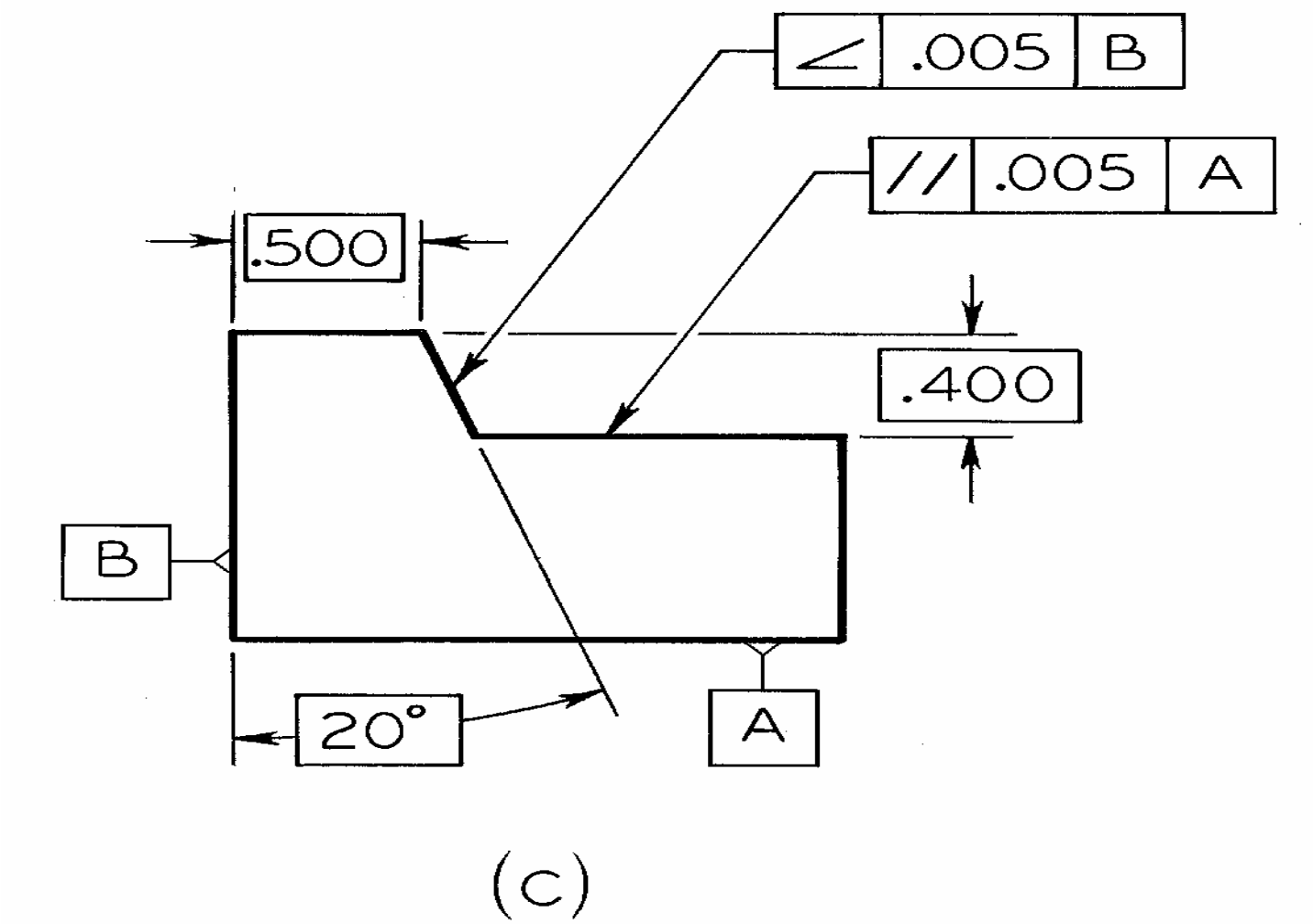
ϕt = orientational tolerance zone = 0,2 ... 0,3

Figure 12 b)



ANSI:	ISO:

Basic Size اندازه مطلق



(c)

ANSI:

ISO:

اصول اندازه گذاری

- **اصول اندازه گذاری عملکردی:**
  - اندازه باید واضح ، مطابق مقررات ، خلاصه و براساس عملکرد قطعه باشد
  - اندازه باید بزرگترین دامنه تلرانس را که عملکرد سیستم اجازه می‌دهد داشته باشد
  - اندازه باید قطعه را در حالت قطعه تمام شده نشان دهد

- **تفاوت اندازه گذاری متریک و اینچی:**
  - ممیز در متریک بصورت خط میباشد و دراینچی بصورت نقطه
  - قبل از ممیز عدد کوچکتر از یک در متریک صفر میآید و در اینچی بدون صفر
  - در متریک بین اعشار اندازه اسمی و تلرانس محدودیتی وجود ندارد ولی در اینچی محدودیت وجود دارد (تعداد اعشار اندازه اسمی و تلرانس باید یکسان باشد)

تاریخچه GD&T

- **تاریخچه GD&T**
  - ۱۹۴۵: اولین بار تلرانس موقعیت مطرح گردید.
  - ۱۹۷۳: تلرانسهای هندسی در شهر لندن استاندارد شد.
  - ۱۹۷۷: توافقات جدید در شهر اوتاوا صورت پذیرفت.
  - ۱۹۸۲: استاندارد تلرانسهای هندسی توسط ANSI تجدید نظر شد
  - ۱۹۹۴: استاندارد تلرانسهای هندسی از ANSI به ASME تغییر نام داد

ANSI:

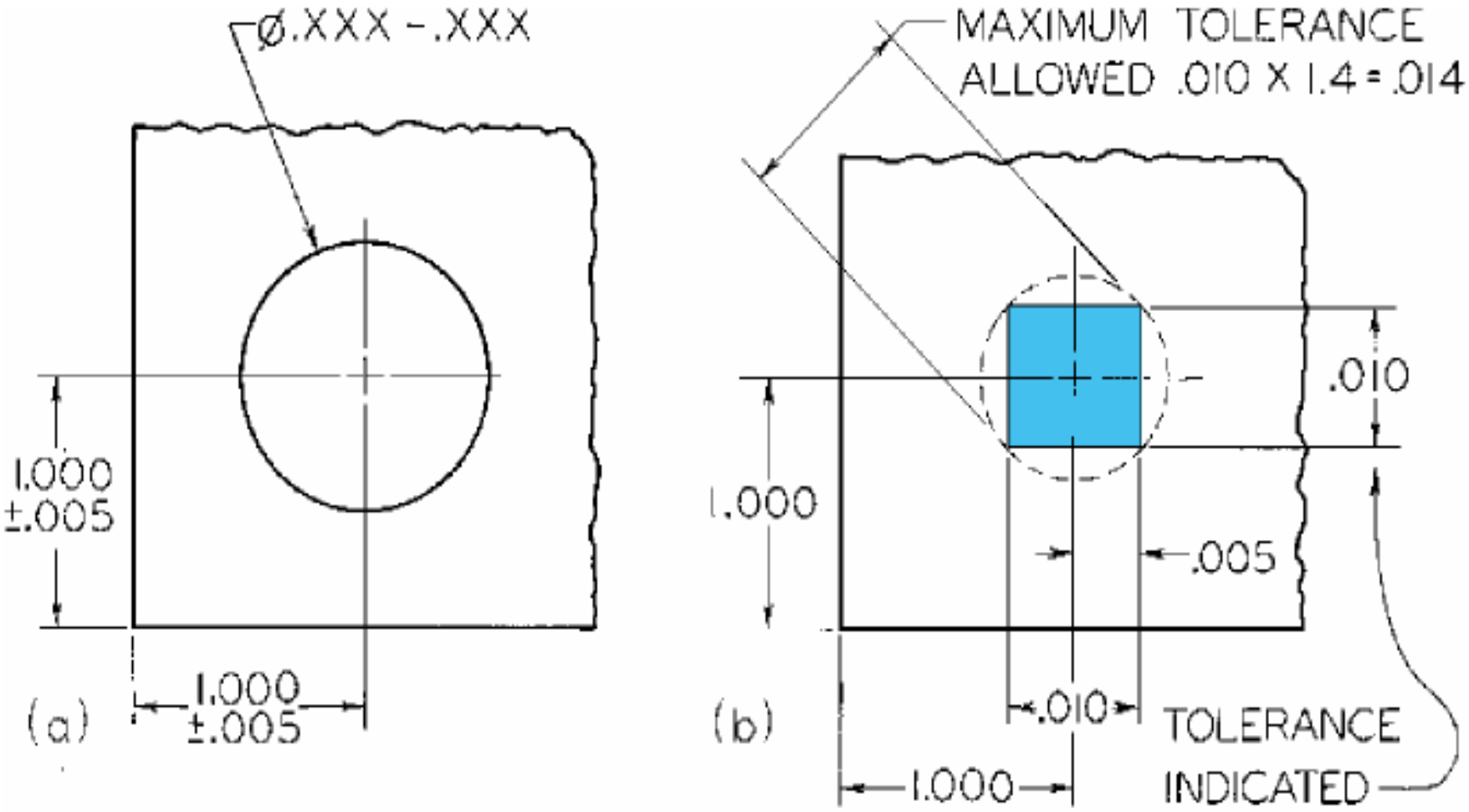
ISO:

مزایای GD&T

- **اشکالات سیستم مختصاتی**
  - ناحیه تلرانسی مقطع چهار گوش دارد
  - ناحیه تلرانس ثابت است
  - مبناها صراحتا مشخص نیست
  - ترتیب مبناها مشخص نیست

- **مزایای سیستم هندسی**
  - تولید ارزانتر قطعه به واسطه ناحیه تلرانس گرد و غیر ثابت بودن ناحیه تلرانسی
  - از توضیحات اضافه و وقتگیر در نقشه جلوگیری میشود
  - مشکل عدم تکرارپذیری در تولید و اندازه گیری به واسطه ترتیب مبناها بوجود نمی آید

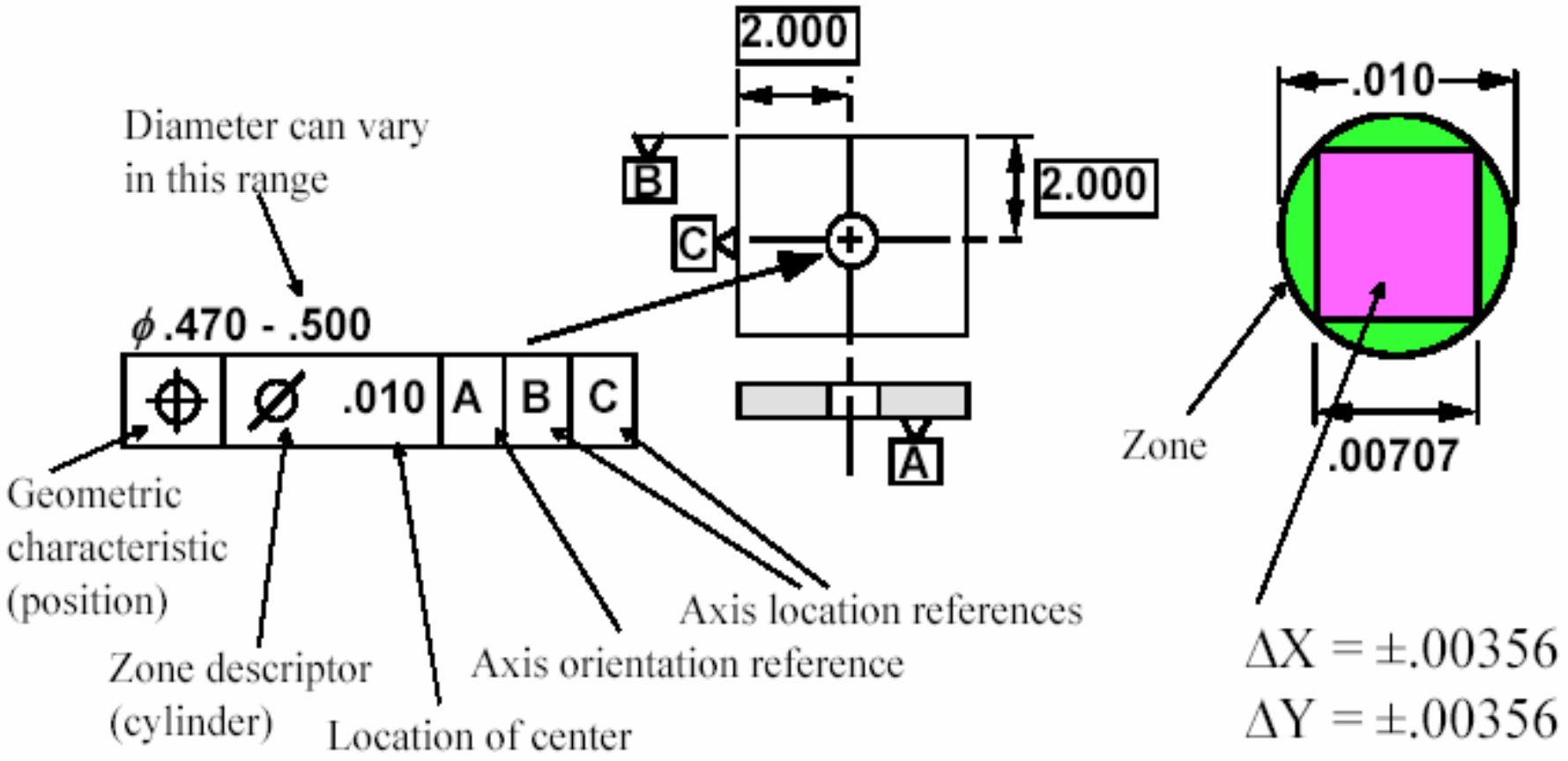
ناحیه تلرانسی مختصاتی و هندسی



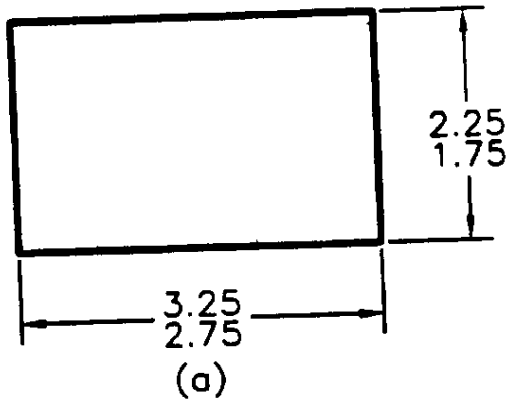
ANSI:

ISO:

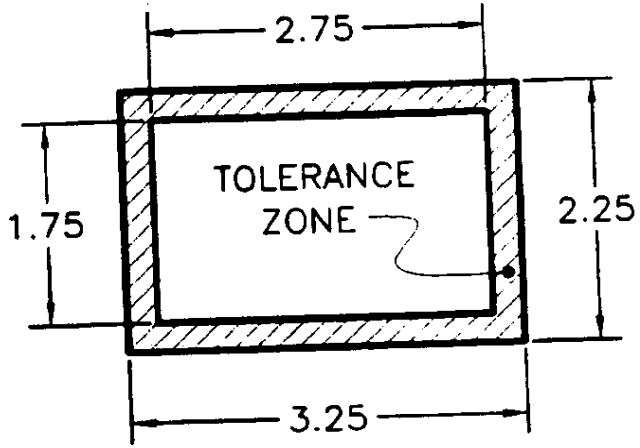
ناحیه تلرانسی مختصاتی و هندسی



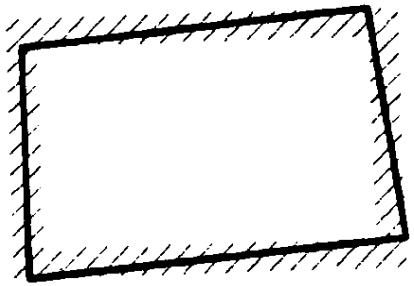
ناحیه تلرانسی مختصاتی

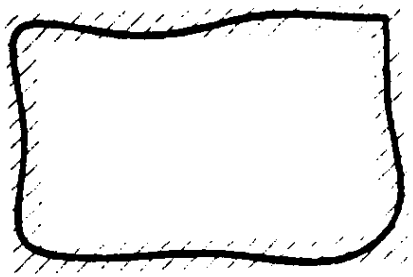


(a)



(b)


(c)


(d)

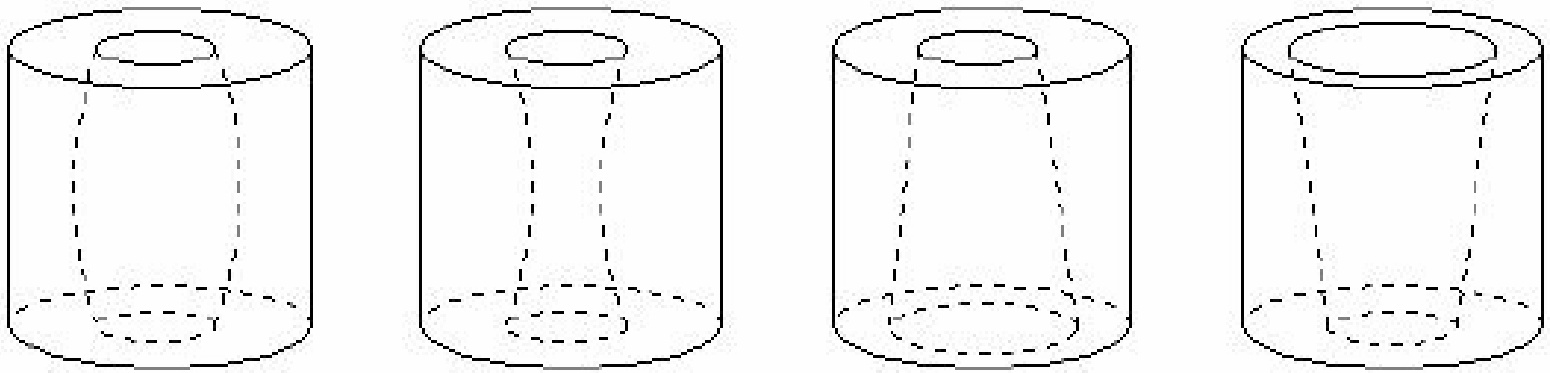
ANSI:	ISO:

تعاریف کلیدی GD&T

- **سطح Surface :**
  - یک لایه فرضی است که ماده را از فضای بیرون جدا میکند
- **تعریف فیچر (جنبه) Feature :**
  - به هر بخش مشخص و قابل تعریف از سطح یک فیچر گفته میشود مثل: سوراخ یا شیار
- **پوسته مونتاژی (غلاف تماسی) Mating Envelope :**
  - یک پوسته تماسی برای شفت یک سیلندر کاملا ایده آل است که هم محور با محور شفت بوده و قطر آن از بینهایت کاهش میبابد تا به بیرونی ترین نقطه سطح شفت میرسد و متوقف میگردد.
  - برای سوراخ بلعکس از صفر افزایش میبابد تا داخلی ترین نقطه سوراخ متوقف میگردد
  - فرم پوسته تماسی کاملا ایده آل است

تعاریف کلیدی GD&T

- **پوسته مونتاژی (غلاف تماسی) Mating Envelope :**
  - یک پوسته تماسی برای شفت یک سیلندر کاملا ایده آل است که هم محور با محور شفت بوده و قطر آن از بینهایت کاهش میبابد تا به بیرونی ترین نقطه سطح شفت میرسد و متوقف میگردد.
  - برای سوراخ بلعکس از صفر افزایش میبابد تا داخلی ترین نقطه سوراخ متوقف میگردد
  - فرم پوسته تماسی کاملا ایده آل است



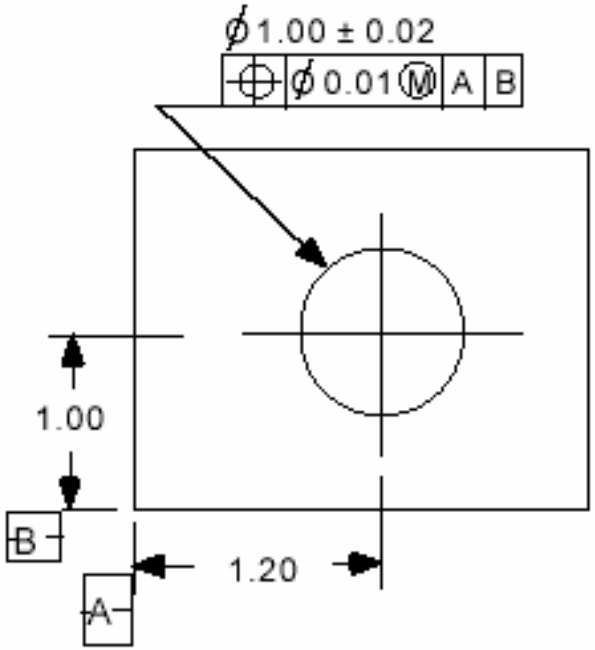
Material Condition شرط ماده

- شرط ماده یعنی بیشترین ماده یا سنگینترین حالت قطعه و بلعکس
  - شرط حداکثر ماده MMC
  - شرط حداقل ماده LMC

- در شرط حداکثر ماده MMC با افزایش تلرانس ابعادی؛ تلرانس هندسی نیز افزایش مییابد و باعث ارزانتر شدن قطعه و ضایعات کمتر میشود

- در شرط حداقل ماده LMC با کاهش تلرانس ابعادی؛ تلرانس هندسی افزایش مییابد
- در شرط حداقل ماده LMC همیشه مجموع خطای تلرانسهای ابعادی و هندسی در حالتهای مختلف تلرانس ابعادی قطعه ثابت است

Material Condition شرط ماده



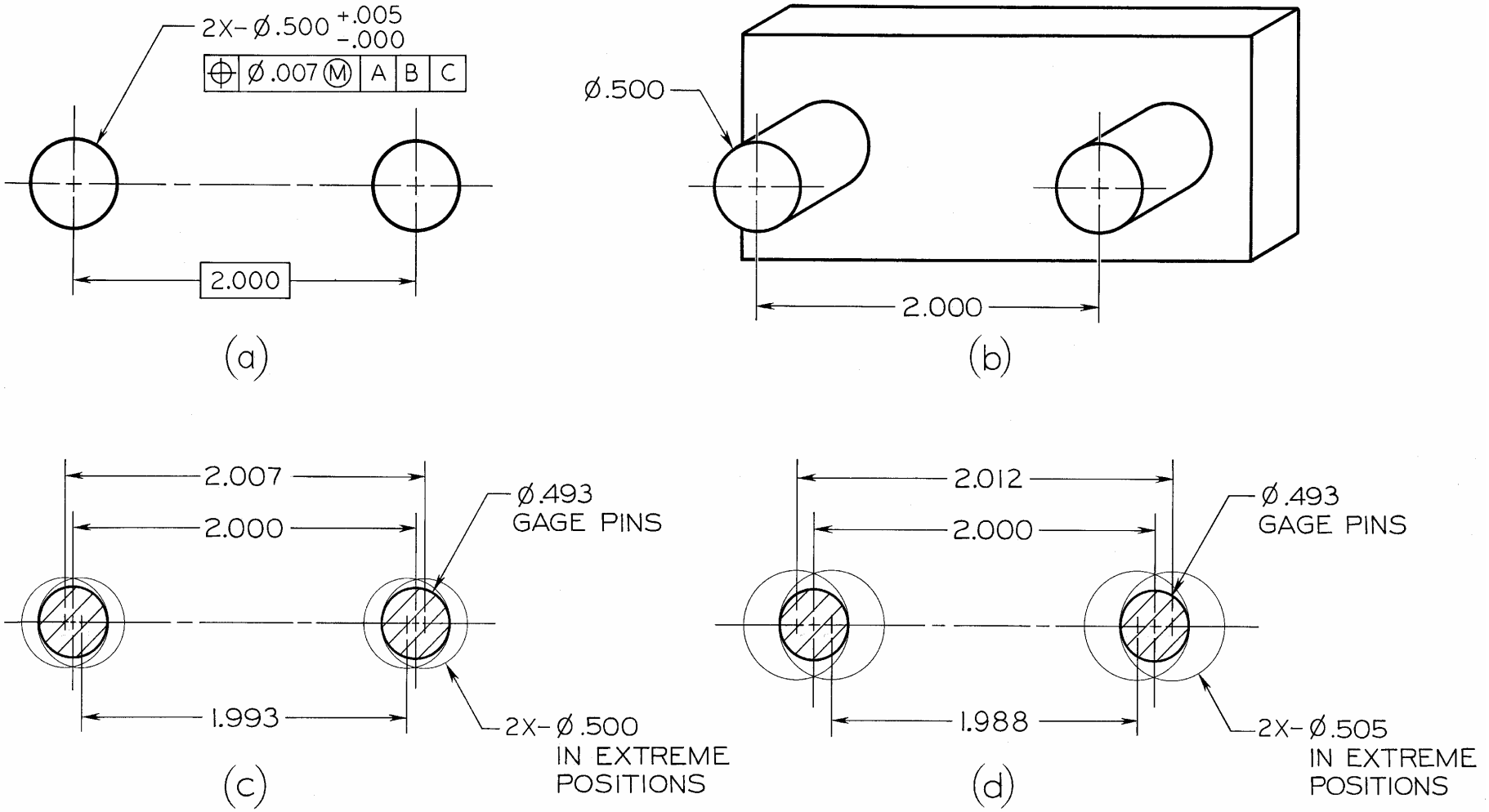
The default modifier for true position is MMC.

	Produced hole size	True Pos tol Ⓜ	Ⓛ	Ⓢ
MMC	0.97	out of diametric tolerance		
	0.98	0.01	0.05	0.01
	0.99	0.02	0.04	0.01
	1.00	0.03	0.03	0.01
	1.01	0.04	0.02	0.01
LMC	1.02	0.05	0.01	0.01
	1.03	out of diametric tolerance		

ANSI:

ISO:

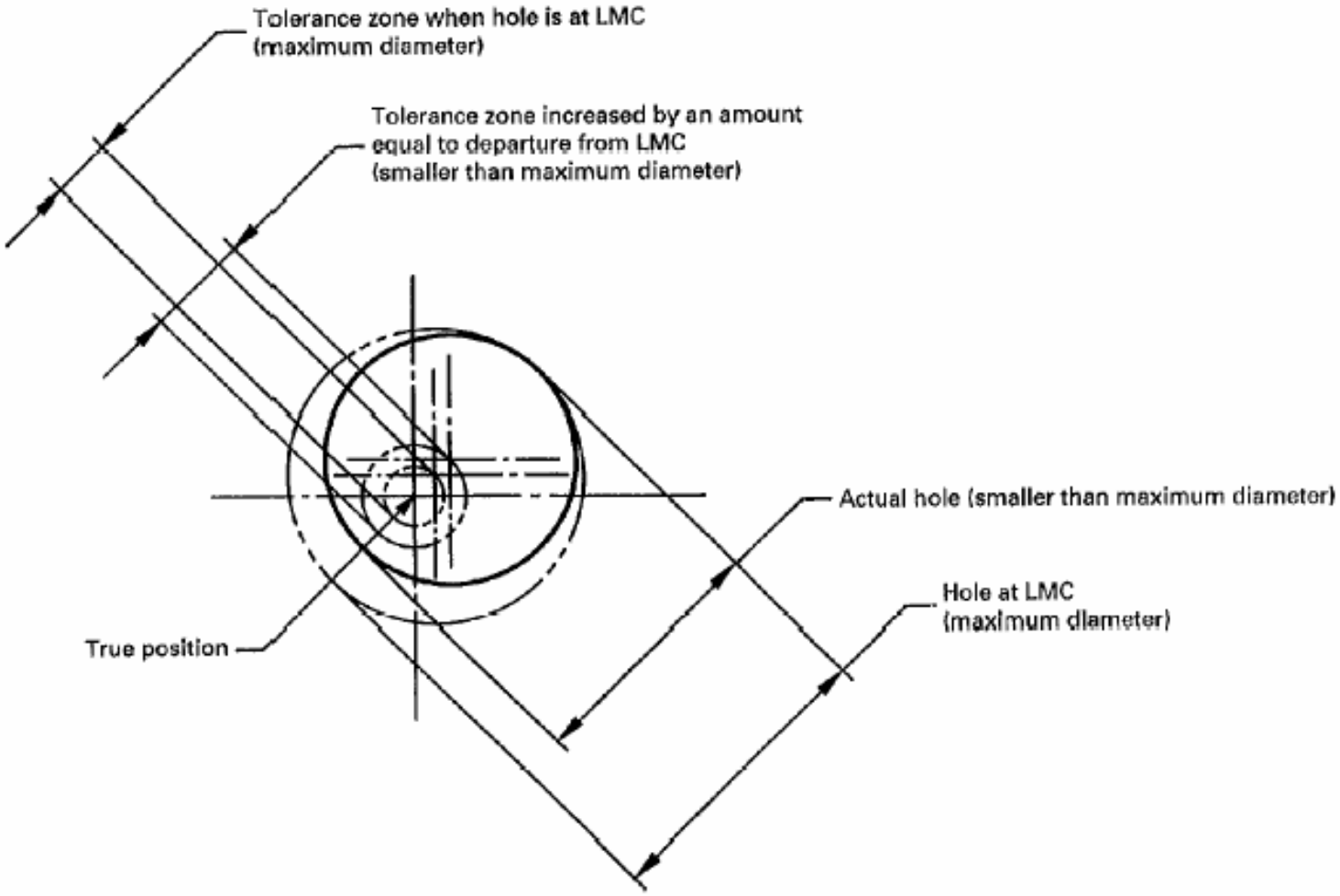
شرط ماکزیمم ماده MMC



ANSI:

ISO:

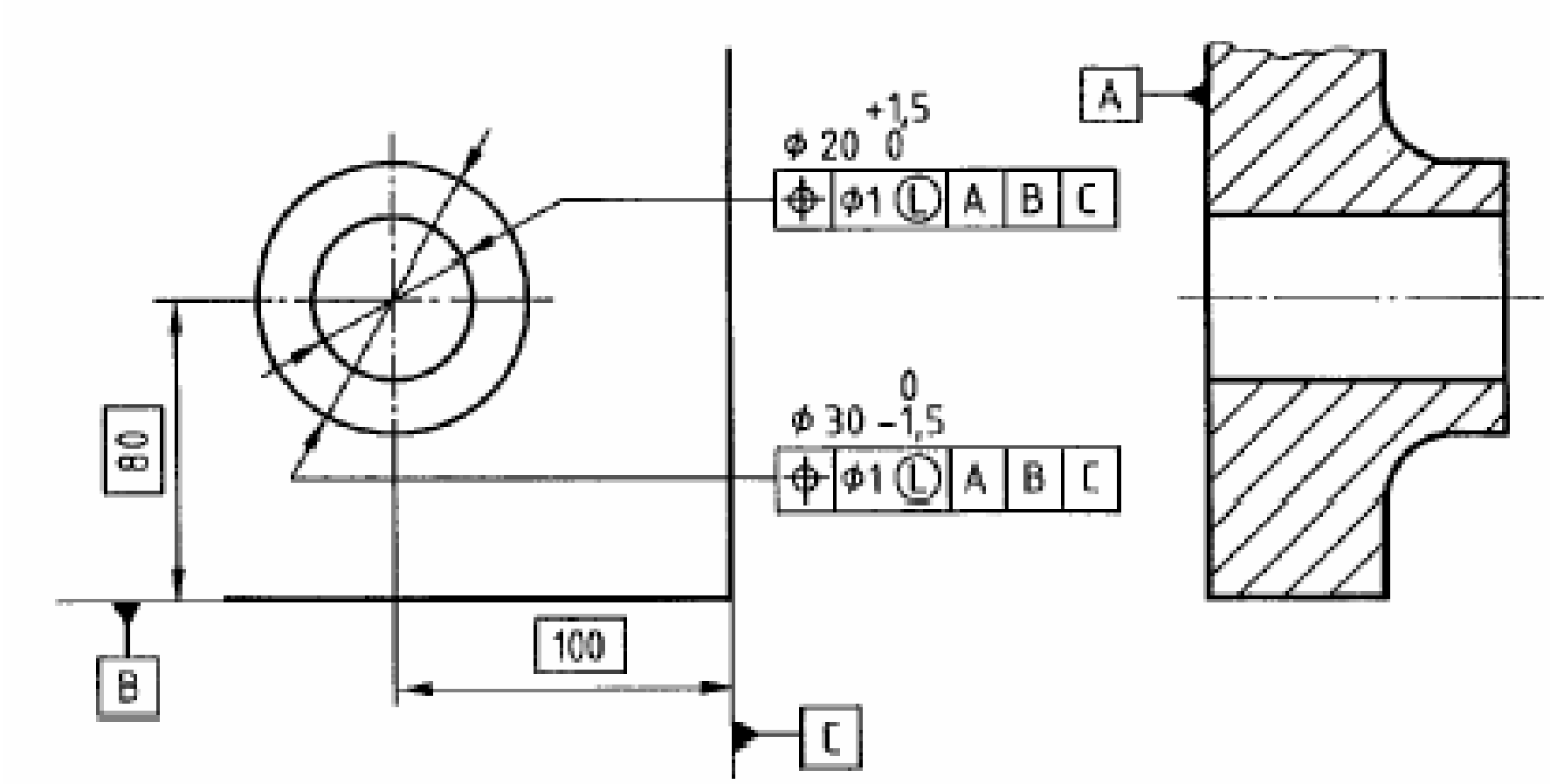
شرط مینیمم ماده LMC



ANSI:

ISO:

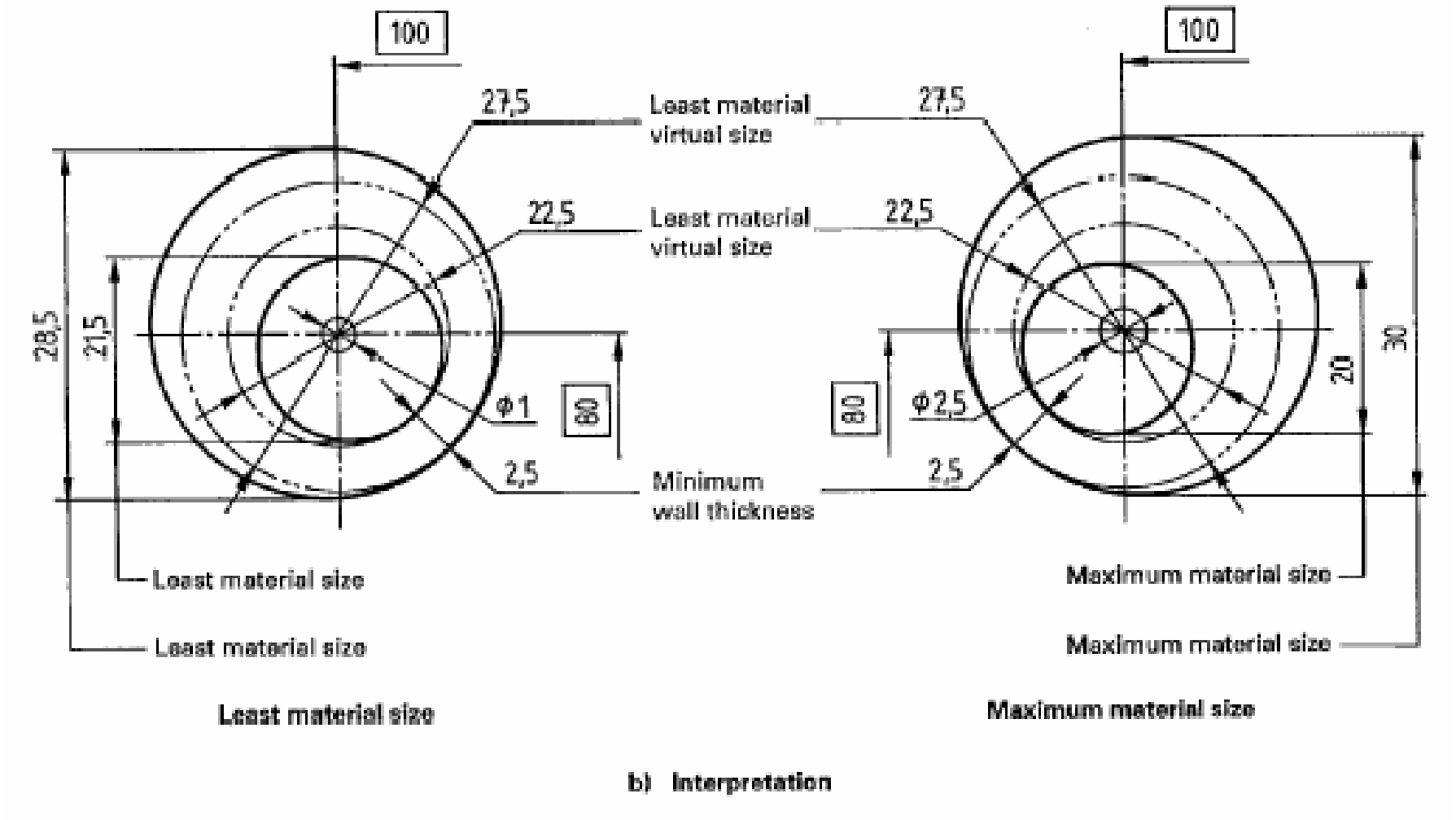
شرط مینیمم ماده LMC



ANSI:

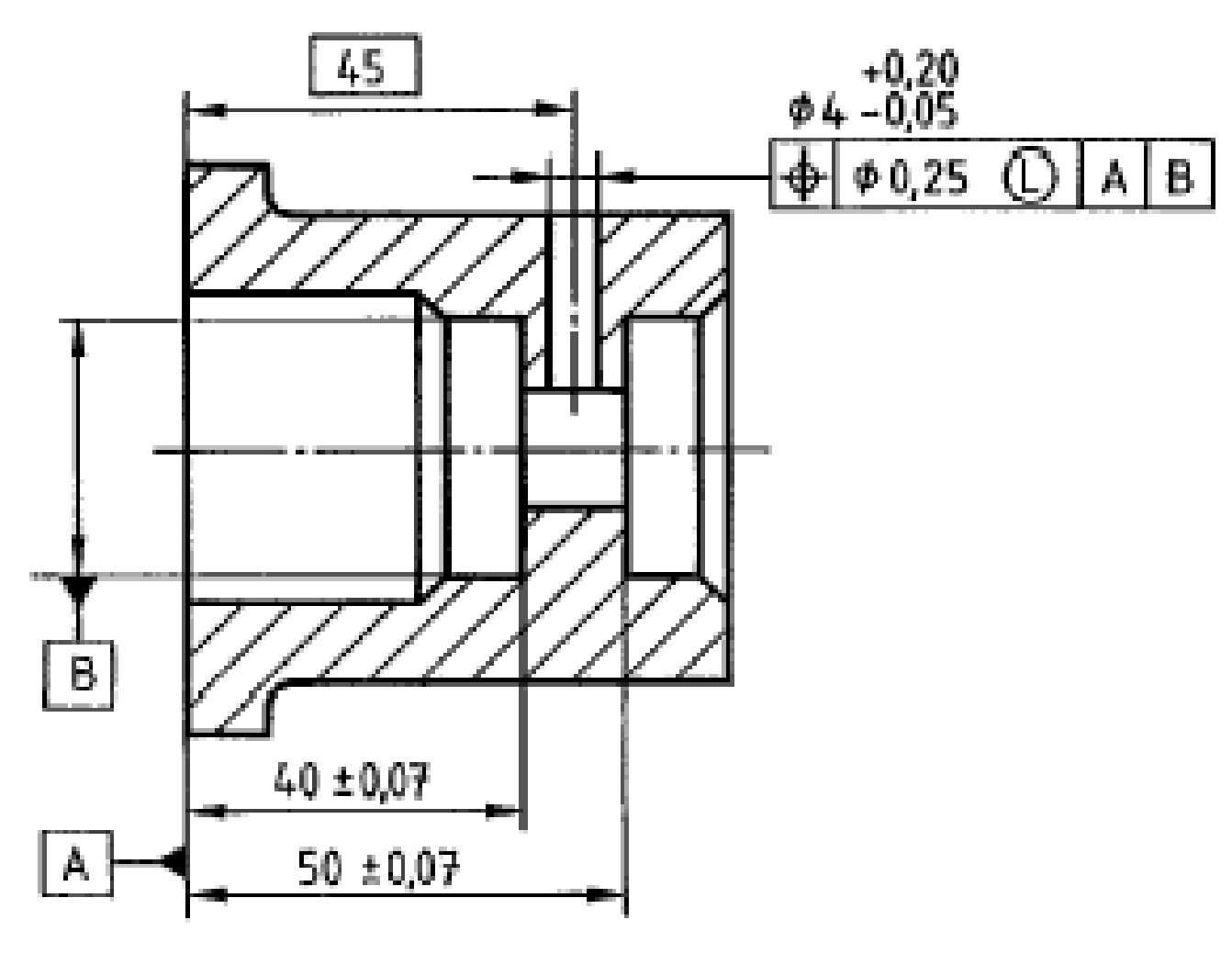
ISO:

شرط مینیمم ماده LMC



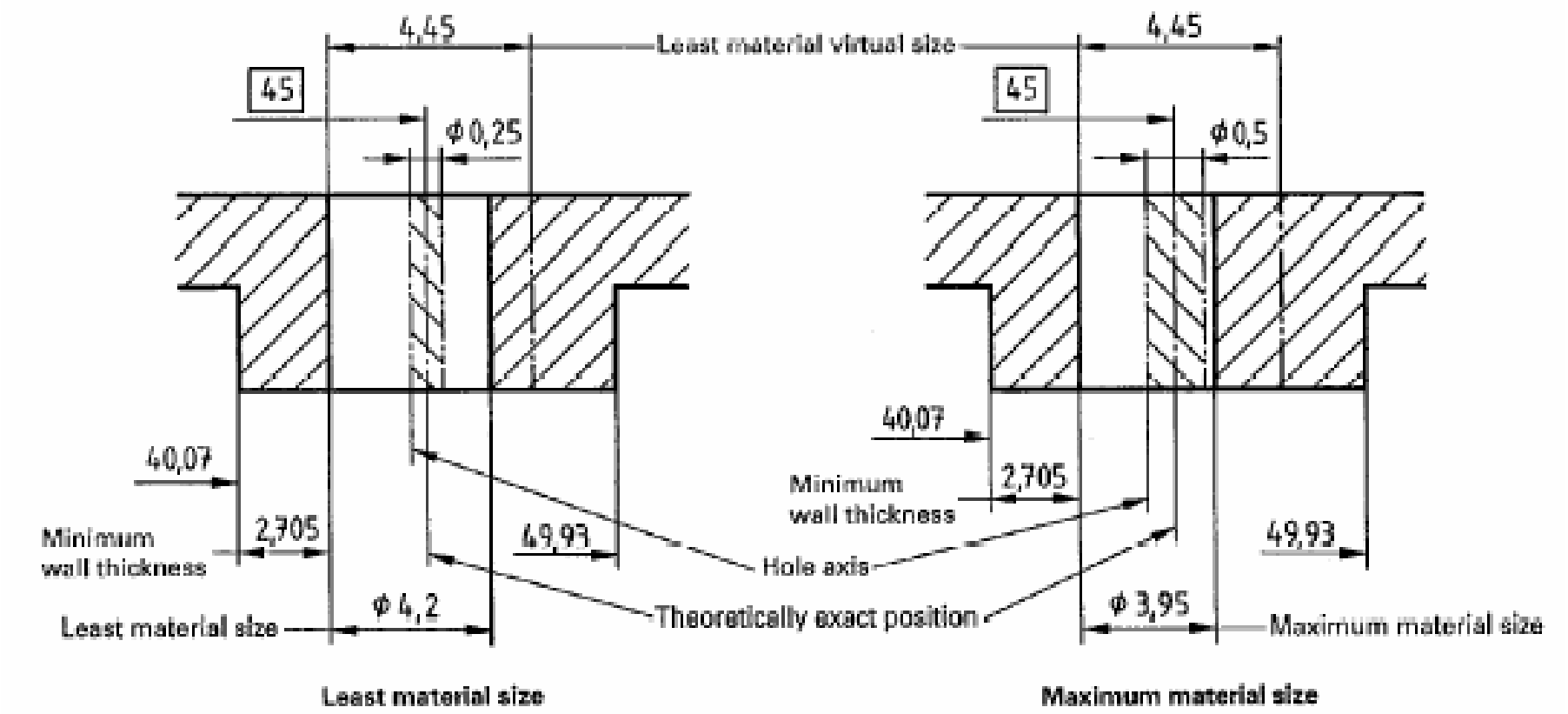
ANSI:	ISO:

شرط مینیمم ماده LMC



ANSI:	ISO:

شرط مینیمم ماده LMC



ANSI:

ISO:

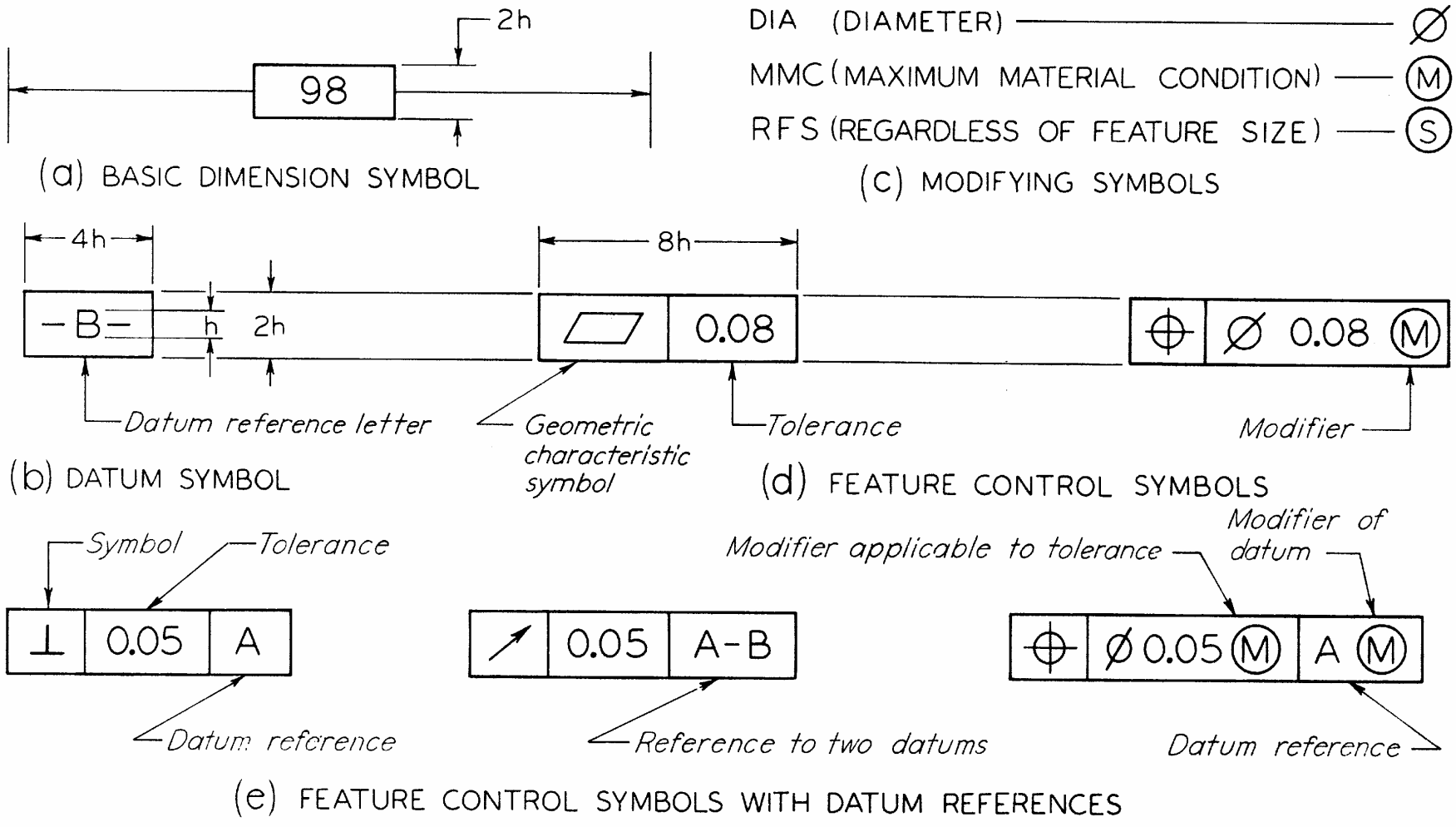
Material Condition شرط ماده

- **کاربرد شرط حداکثر ماده MMC**
  - مونتاژ اصل است
  - لقی تحت کنترل نیست (بعداز مونتاژ قطعه لق بود مهم نیست)
  - براده برداری آسان است

به نفع سازنده است که بیشترین براده را بردارد زیرا قطعه ارزانتر میشود

- **کاربرد شرط حداقل ماده LMC**
  - کمترین براده برداری موردنیاز است (جاییکه براده برداری مشکل است)
  - در جاهاییکه کار هدایت guiding انجام میشود (مثل جیگ سوراخکاری)

علائم تلرانس هندسی



ANSI:

ISO:

تغییر دهنده ها Modifiers

- **کاربرد تغییر دهنده ها Modifiers**
  - تغییر مقدار و اندازه ناحیه تلرانسی
  - تغییر شکل یا تغییر مکان ناحیه تلرانسی

- **ناحیه تلرانسی تصویری Projected در ISO و ANSI آمده است**
- **ناحیه تلرانسی مماسی Tangent در ANSI آمده است**
- **حالت آزاد Free State در ISO و ANSI آمده است**
  - برای قطعات منعطف لاستیکی و قطعات ریختگی با تنش مکانیکی بالا
  - باید در نقشه جهت راستای جاذبه زمین مشخص شده باشد
- **ناحیه تلرانسی RFS در ANSI آمده است**
  - ناحیه تلرانسی ثابت و غیر قابل تغییر است

ANSI:	ISO:

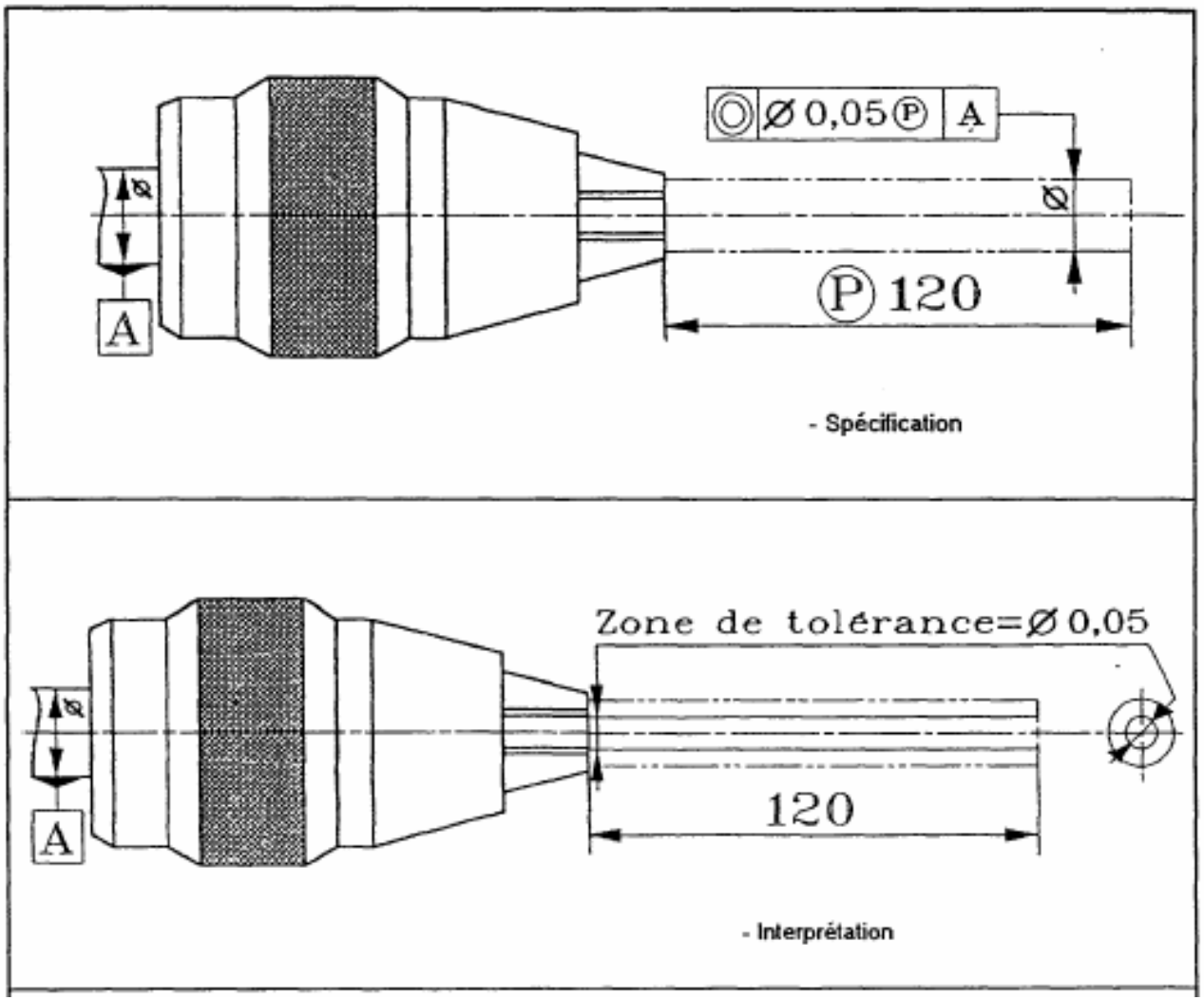
Modifiers تغییر دهنده ها

Ⓜ	Maximum material condition	MMC
	Regardless of feature size	RFS
Ⓛ	Least material condition	LMC
Ⓟ	Projected tolerance zone	
⌀	Diametrical tolerance zone	
Ⓣ	Tangent plane	
Ⓕ	Free state	

⌖ ⊥ ∥ ∠	MMC, RFS, LMC
—	MMC, RFS
↗ ⌭ ⌓	RFS

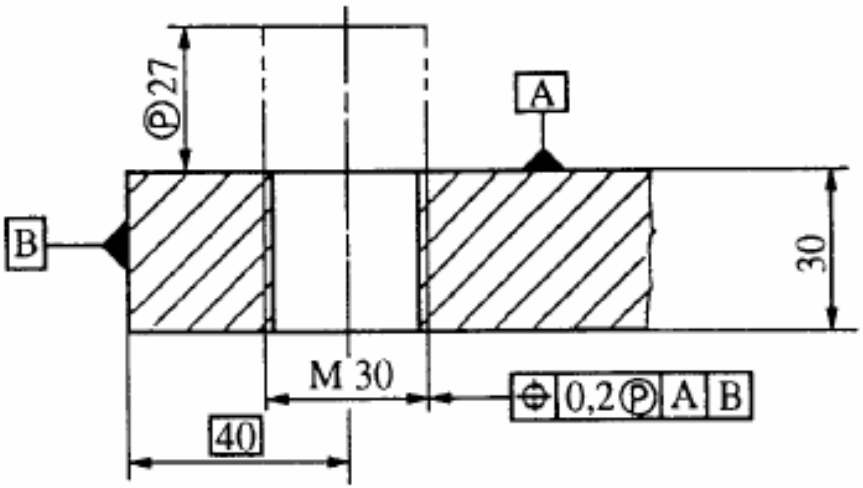
ANSI:	ISO:

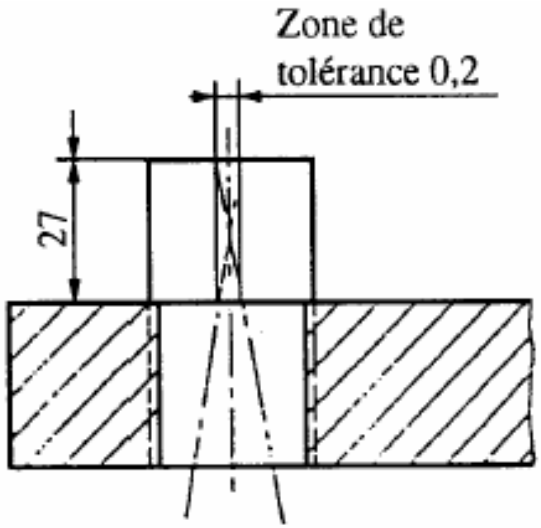
Modifiers تغییر دهنده ها



ANSI:	ISO:

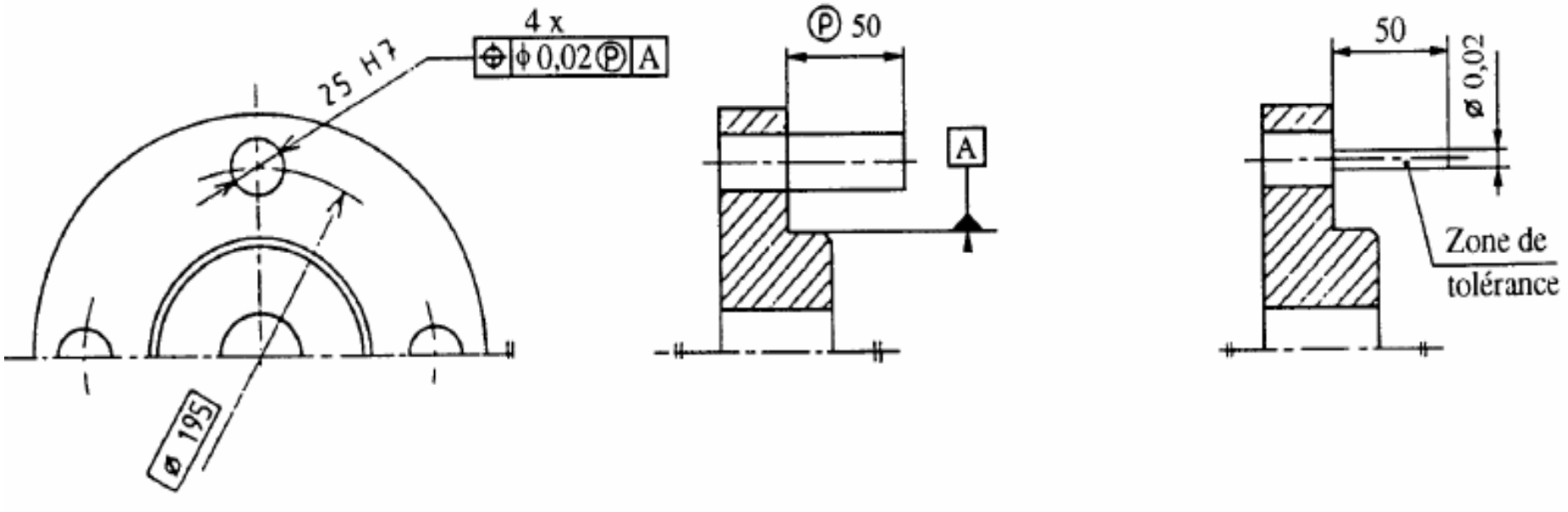
Modifiers تغییر دهنده ها





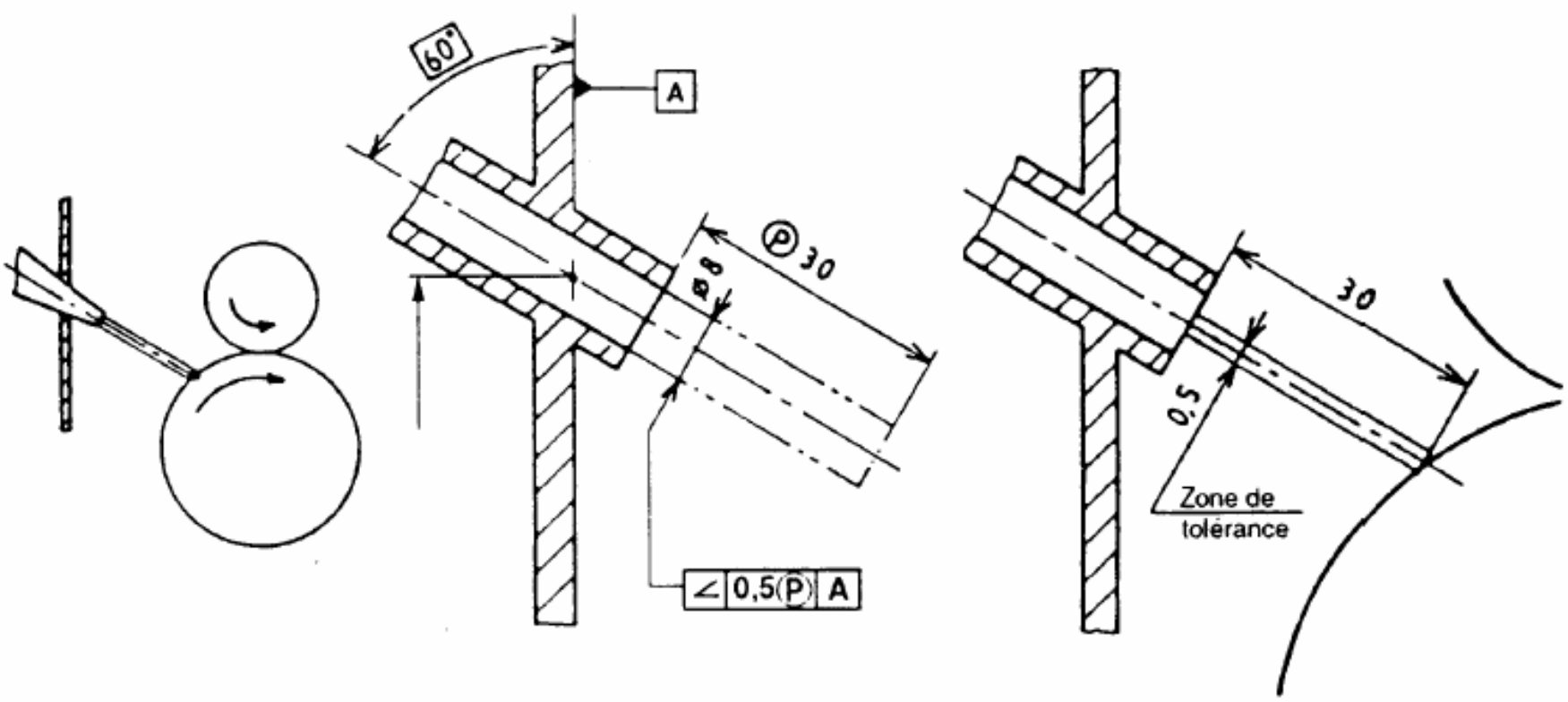
ANSI:	ISO:

تغییر دهنده ها Modifiers



ANSI:	ISO:

Modifiers تغییر دهنده ها



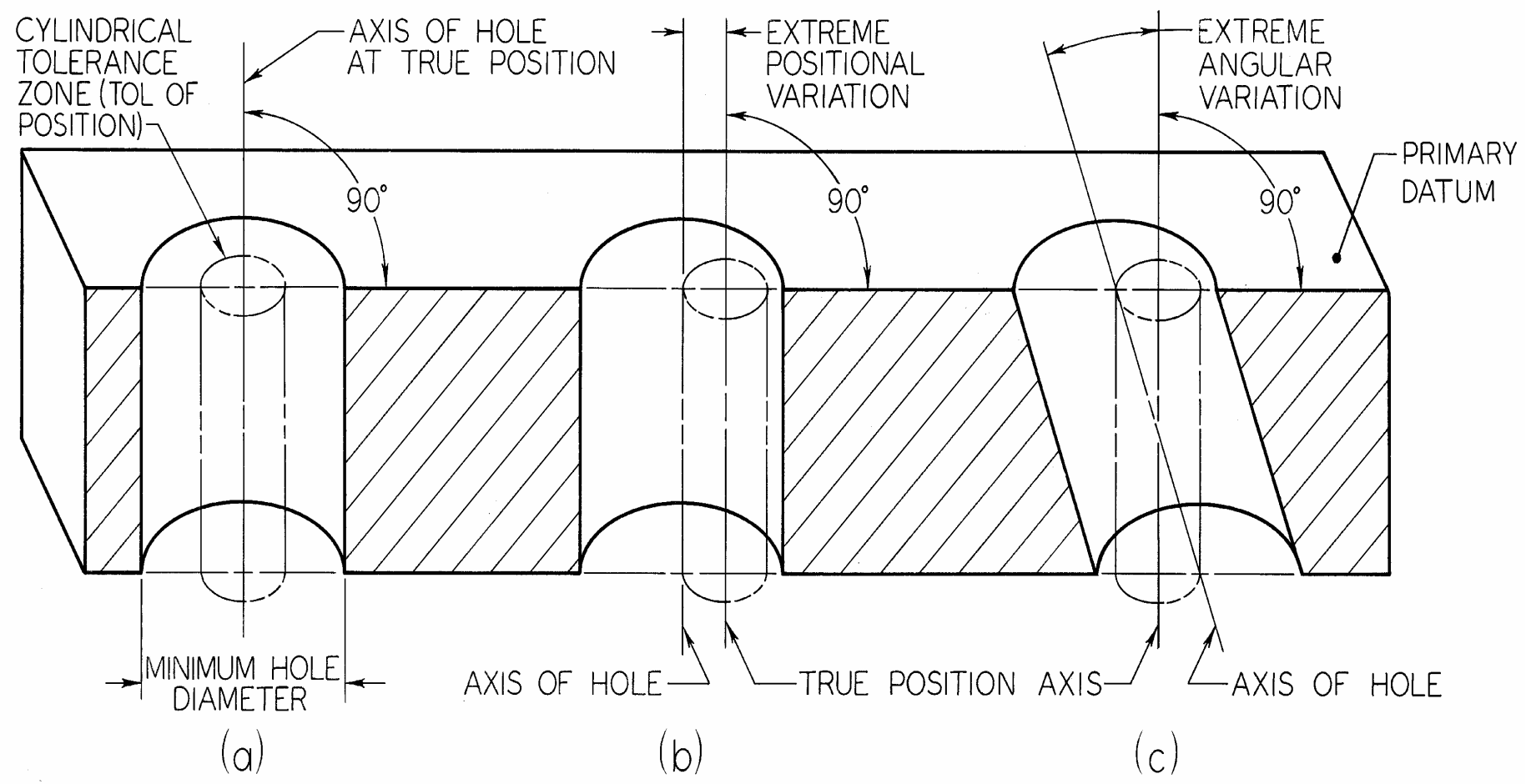
ANSI:

ISO:

ناحیه تلرانسی در GD&T

- **ناحیه تلرانسی در GD&T**
  - ناحیه تلرانسی طولی یا عرضی
    - فاصله بین دو خط موازی
    - فاصله بین دو خط راست موازی
    - فاصله بین دو صفحه موازی
    - فاصله بین دو صفحه تخت موازی
    - فاصله بین دو دایره هم مرکز
    - فاصله بین دو استوانه هم محور
  - ناحیه تلرانسی قطری (Ø)
    - دایره
    - استوانه
    - کره

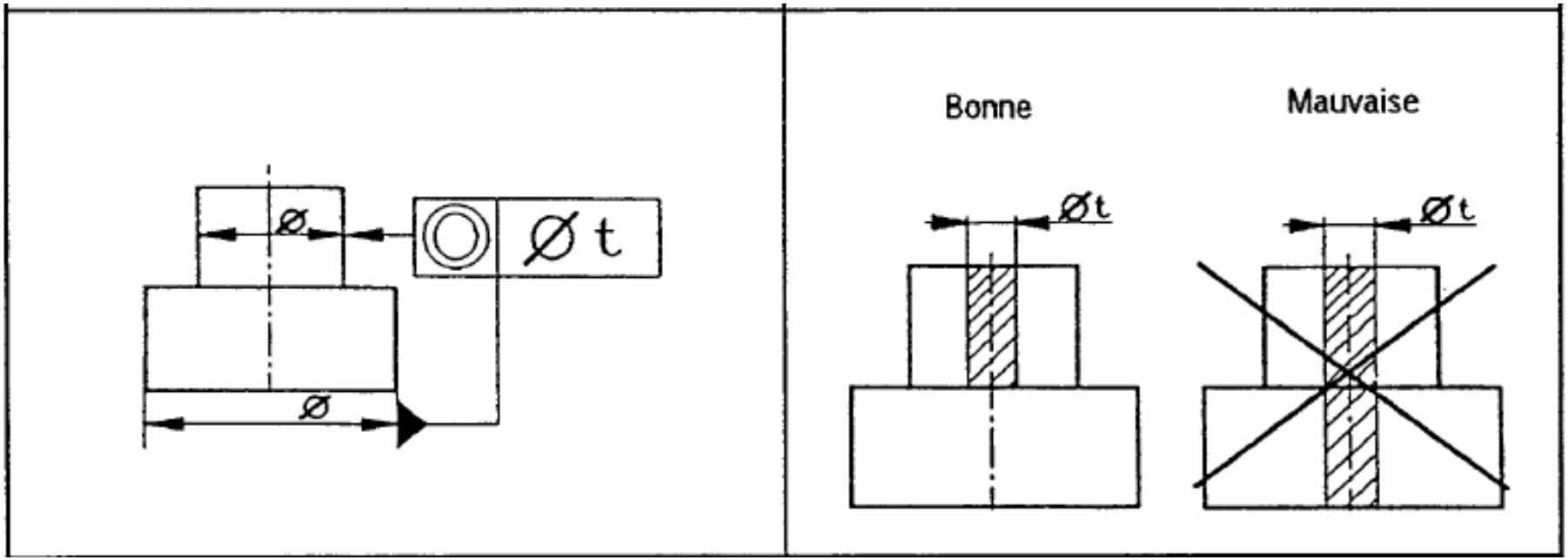
ناحیه تلرانس استوانه ای



ANSI:

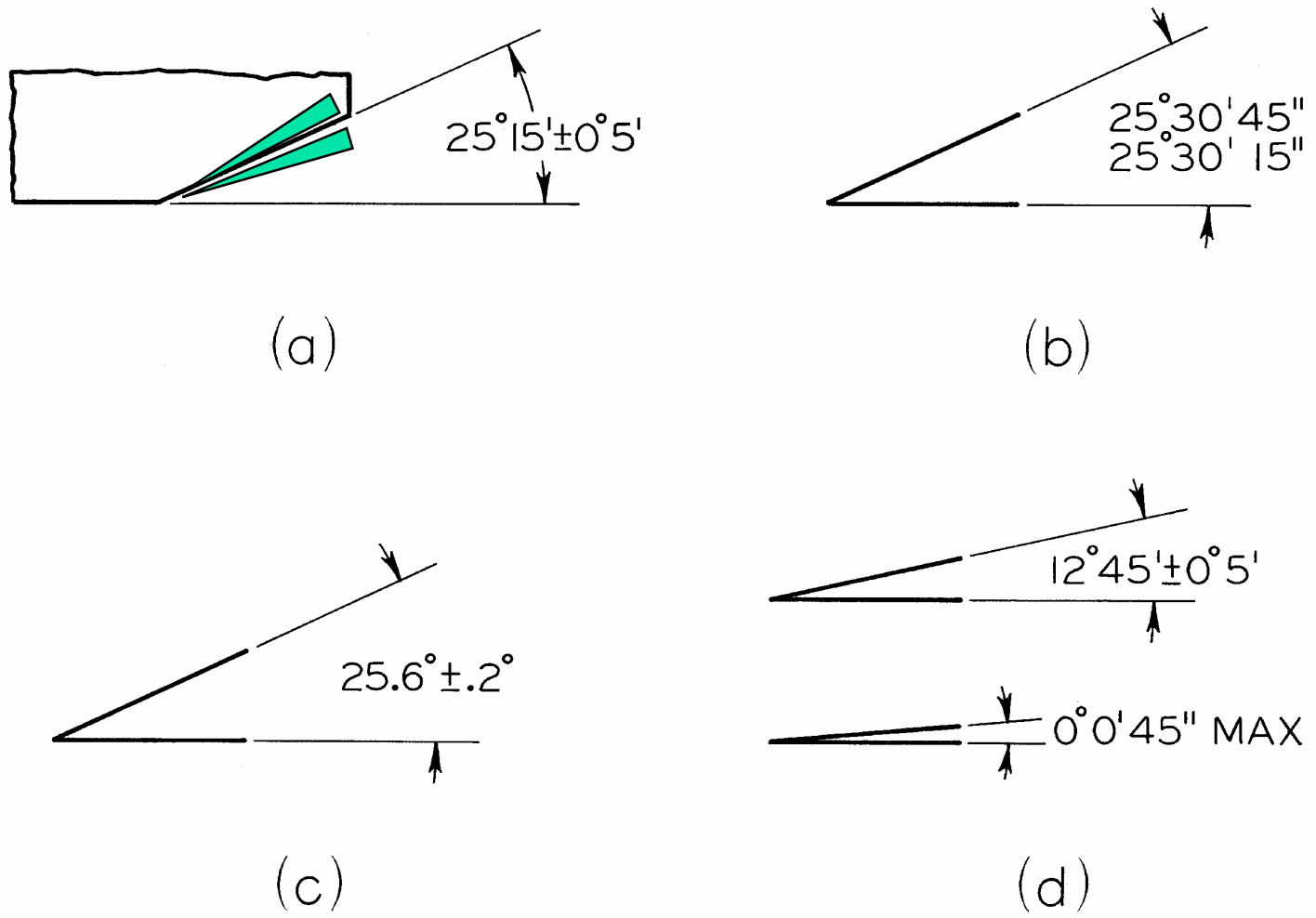
ISO:

ناحیه تلرانس استوانه ای



ANSI:	ISO:

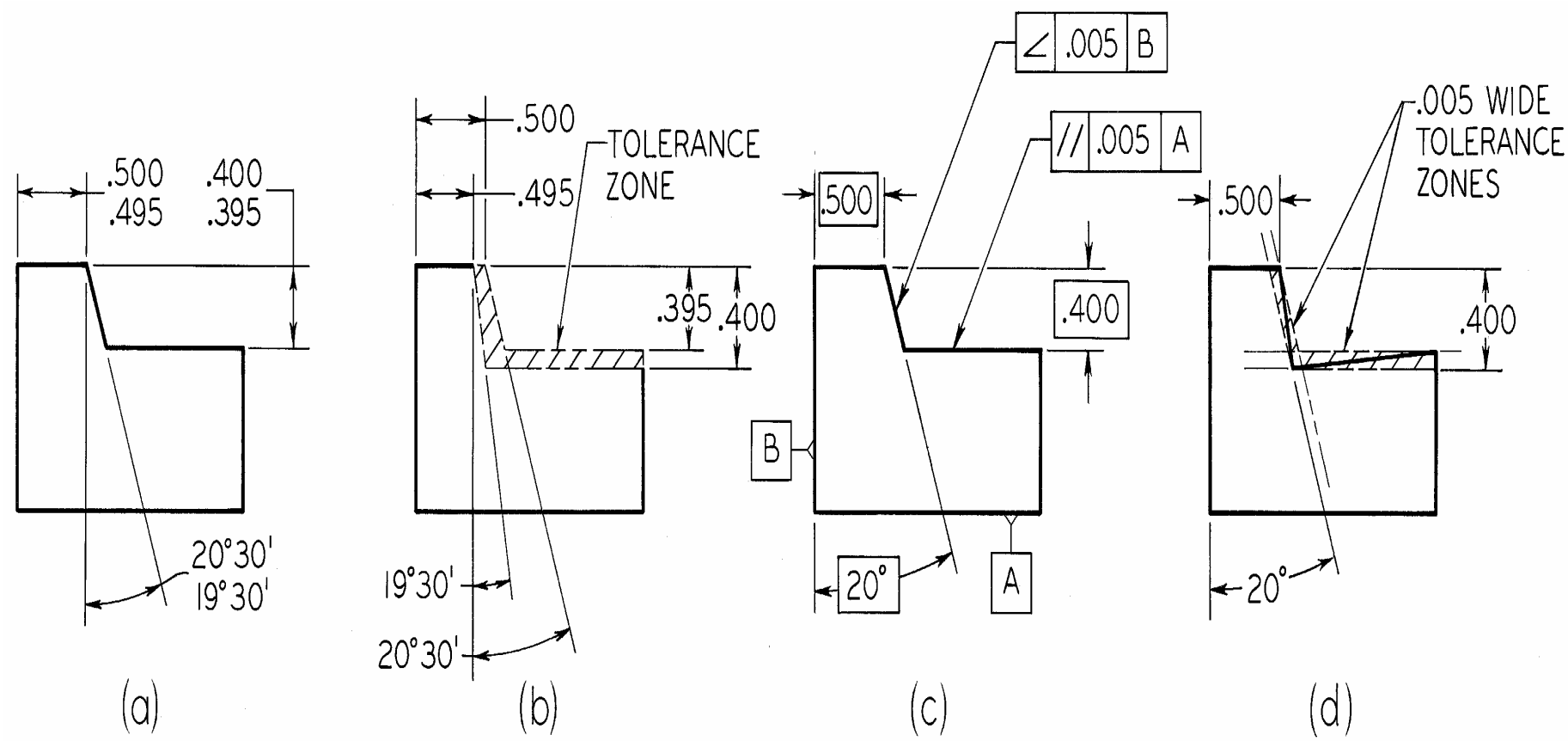
ناحیه تلرانس زاویه (در مختصاتی)



ANSI:

ISO:

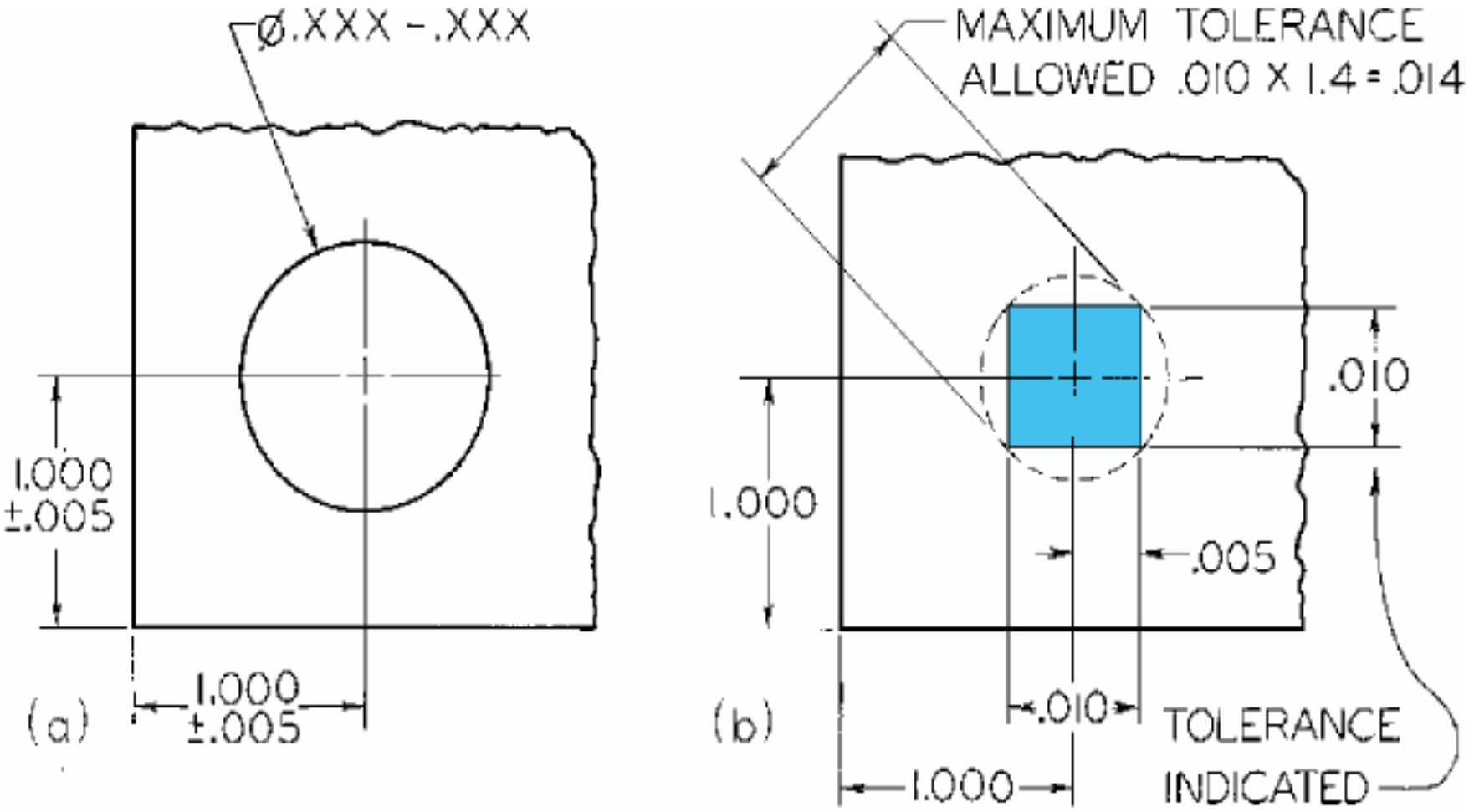
ناحیه تلرانس زاویه (در هندسی)



ANSI:

ISO:

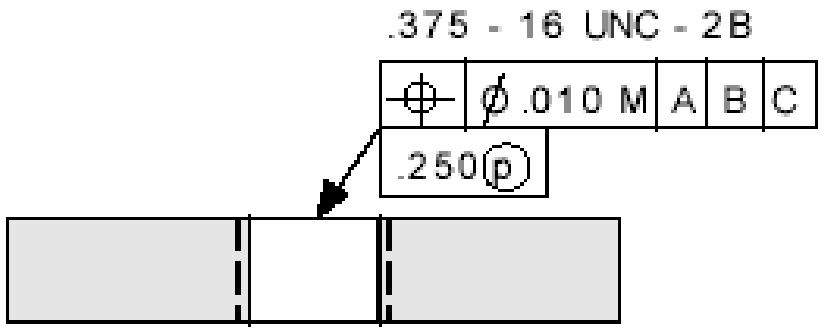
ناحیه تلرانسی مختصاتی و هندسی

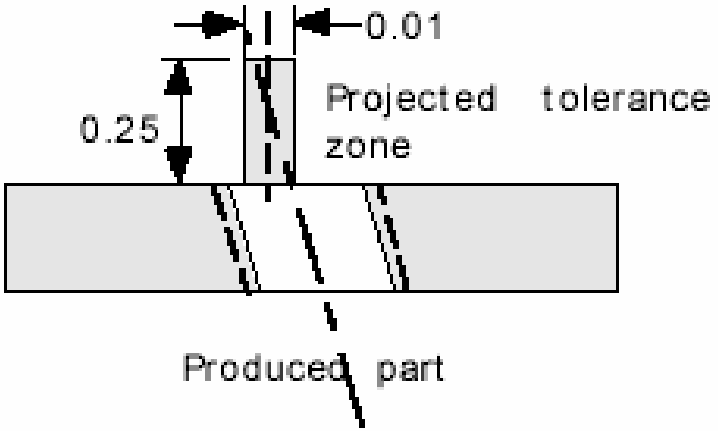


ANSI:

ISO:

PROJECTED ناحیه تلرانسی





ANSI:

ISO:

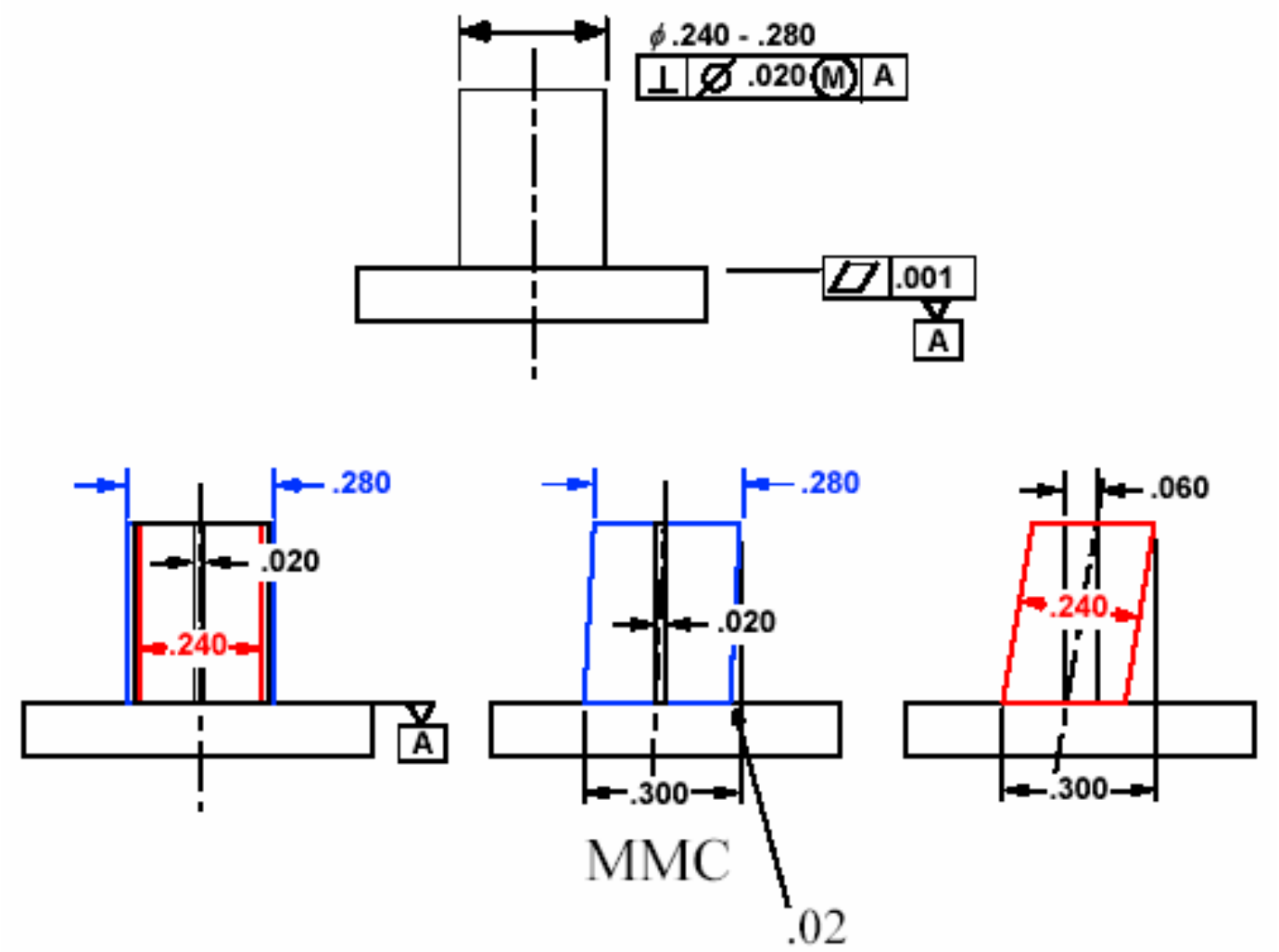
حالت مجازی Virtual Condition

- **حالت مجازی یا بدترین حالت:**
  - بدترین حالت فیچر که در ماکزیمم ماده و حداکثر تلرانس هندسی باشد
  - در اینحالت اگر یک پوسته مونتاژی Mating Envelope بر فیچر مورد نظر تماس یابد اندازه حاصله اندازه مجازی یا Virtual Size میباشد
  - برای شفت: V.C.S = MMC + Tolerance
  - برای سوراخ: V.C.S = MMC – Tolerance

در طراحی برای مونتاژ پیچ در سوراخ حتما باید اندازه های مجازی پیچ و سوراخ درنظر گرفته شود تا تداخل صورت نگیرد

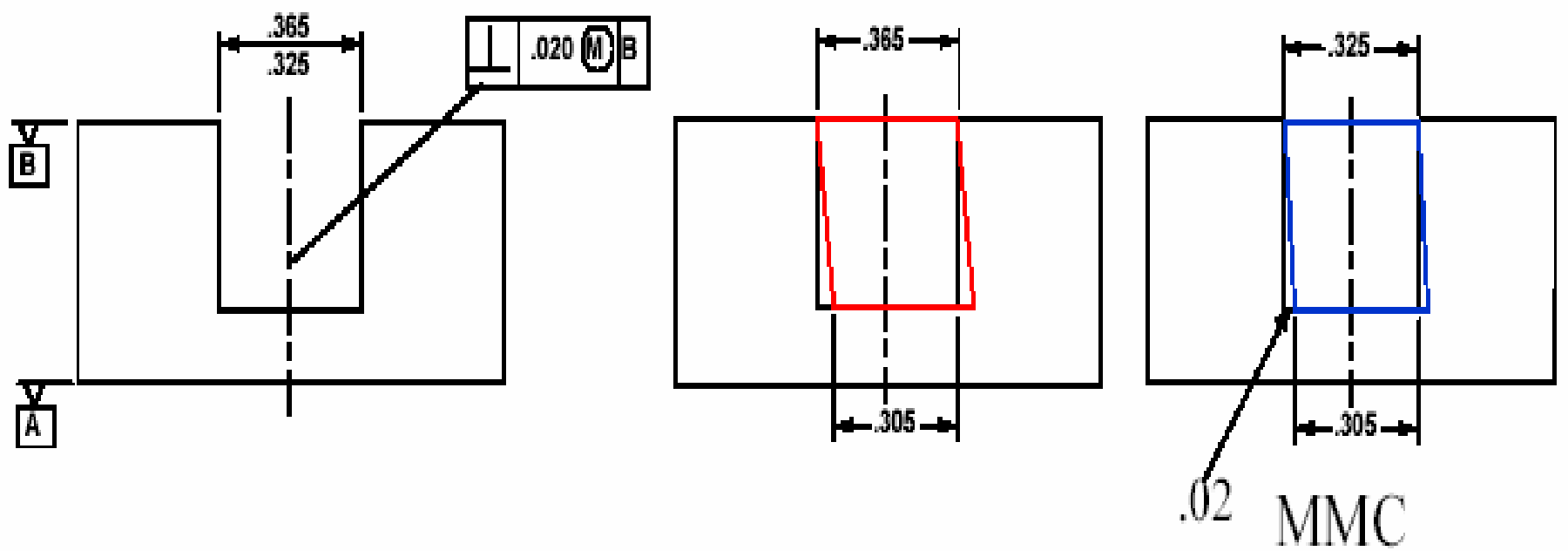
قطر پین گیجهای موقعیت از طریق اندازه مجازی بدست می آید

Virtual Condition حالت مجازی



ANSI:	ISO:

Virtual Condition حالت مجازی



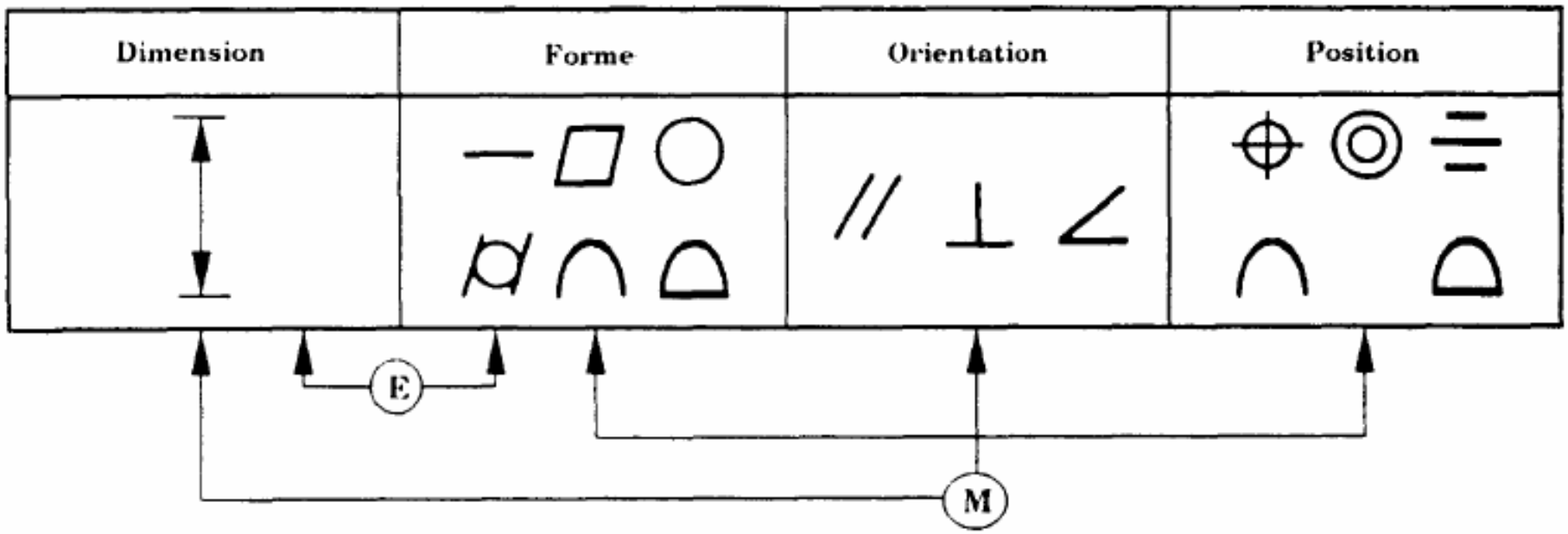
ANSI:

ISO:

قانون اول و دوم GD&T

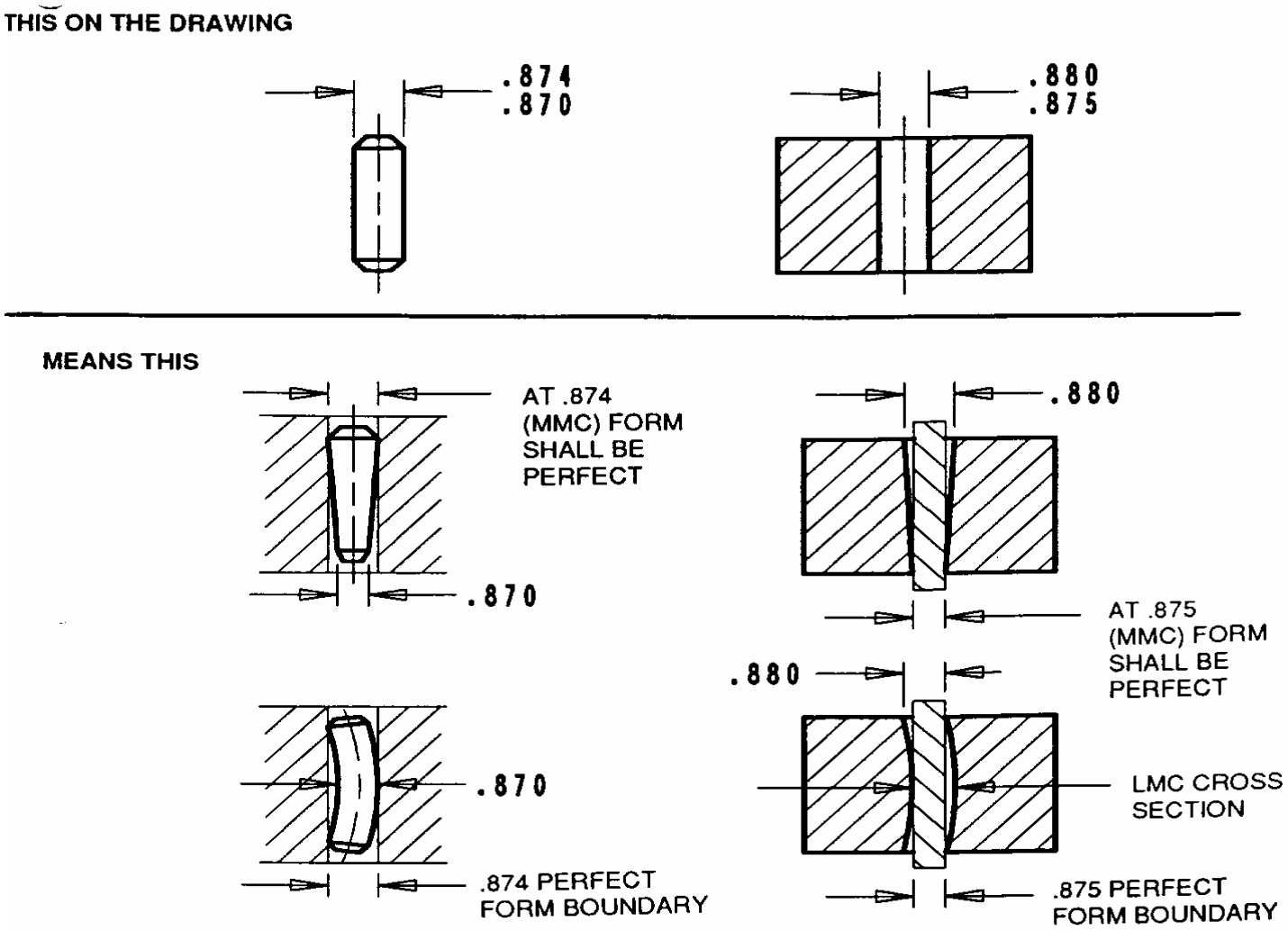
- **قانون اول GD&T – قانون تیلور**
  - در سال ۱۹۰۵ ویلیام تیلور قانون اول را تدوین نمود و گیج برو GO را اختراع نمود
  - تیلور میگوید: یک فیچر در محدوده تلرانس ابعادی هر فرمی میتواند داشته باشد اما **در ماکزیمم ماده فرم ایده آل است**
- **حالت استثنا:**
  - در بعضی موارد ایده آل بودن قطعه حتی در ماکزیمم ماده اصلا مهم نیست (مثال پایه پرچم)
  - باید در جدول نقشه ISO 8015 آورده شود یعنی لازم نیست در ماکزیمم ماده فرم ایده آل باشد
  - اگر فیچری نیاز به فرم ایده آل دارد باید در کنار اندازه آن از علامت Envelope استفاده شود

قانون اول و دوم GD&T



ANSI:	ISO:

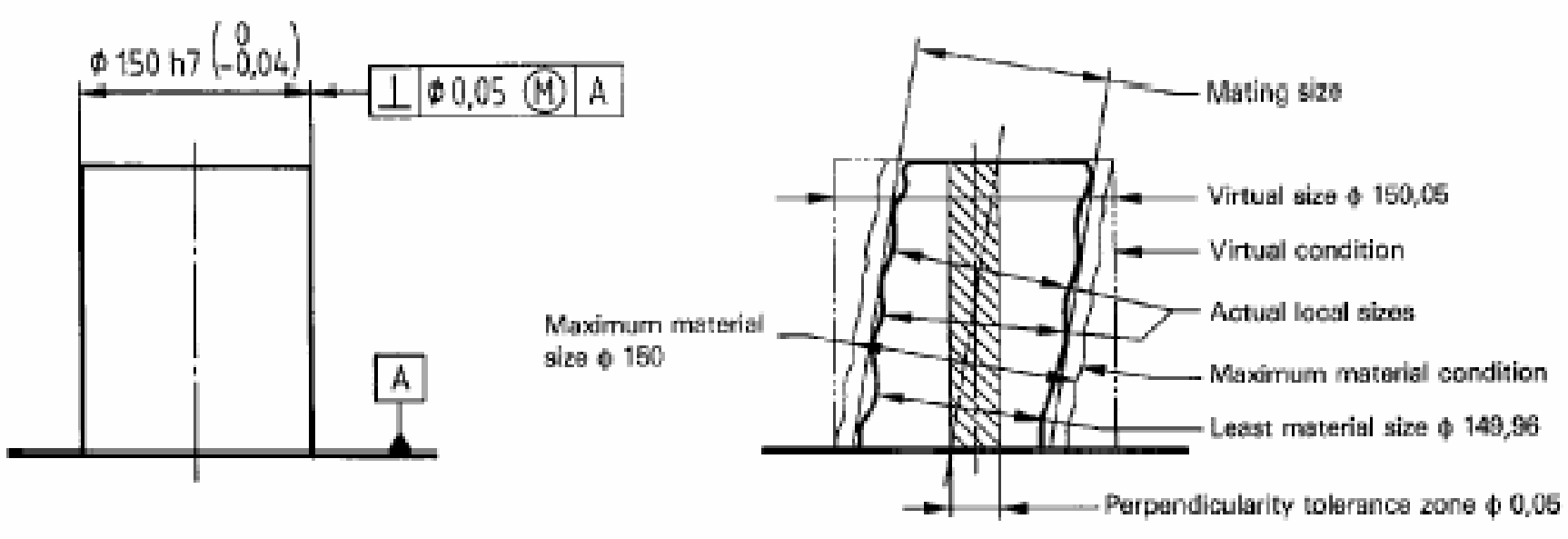
قانون اول و دوم GD&T



ANSI:

ISO:

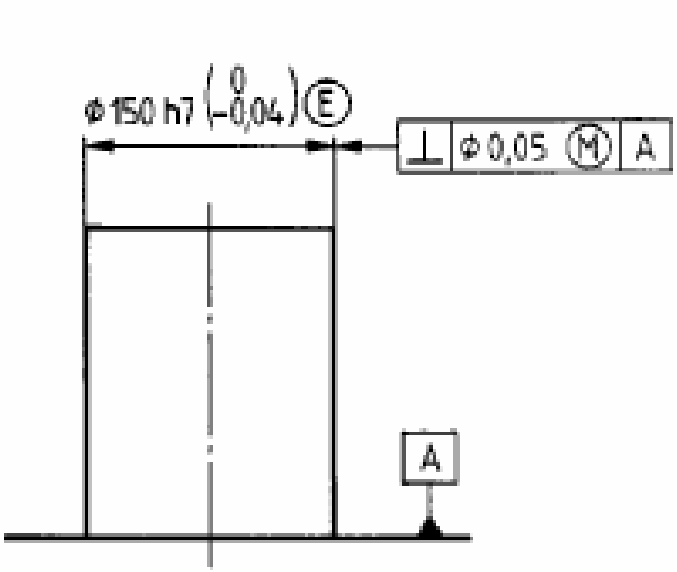
قانون اول و دوم GD&T

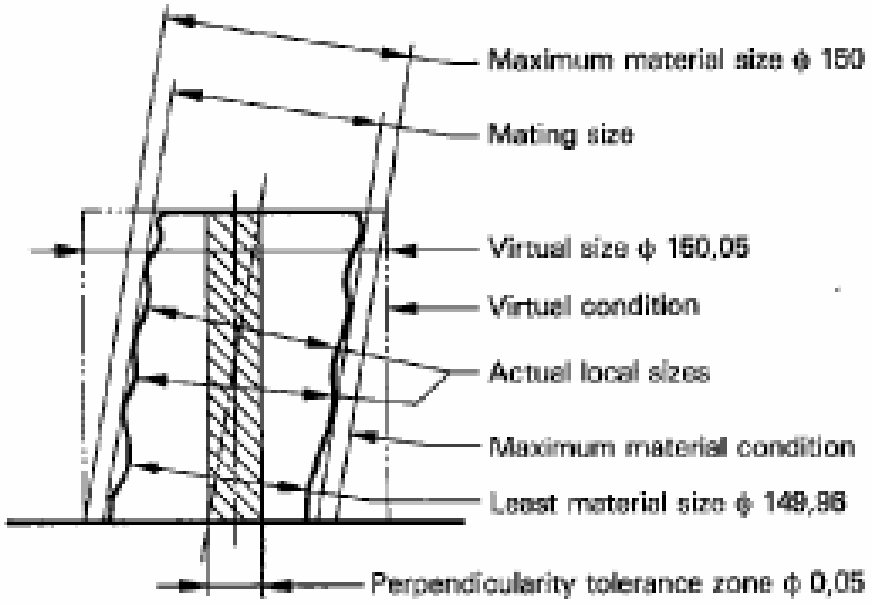


ANSI:

ISO:

قانون اول و دوم GD&T

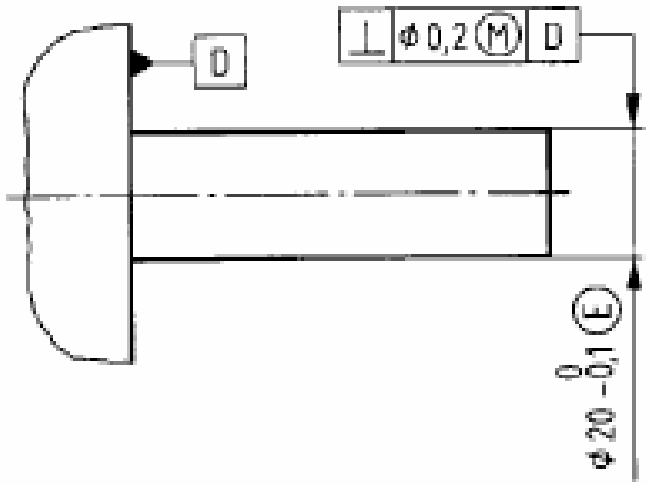


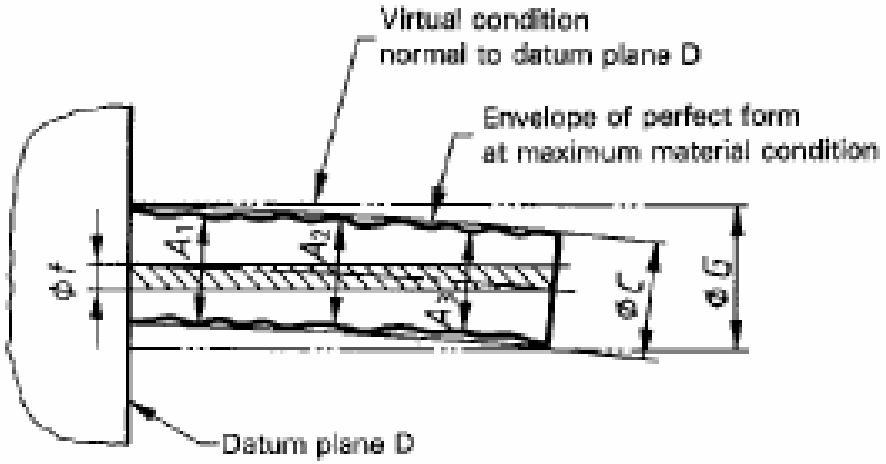


ANSI:

ISO:

قانون اول و دوم GD&T





A_1 to A_3 = actual local sizes = 19,9 ... 20

C = maximum material size = ϕ 20

G = virtual size = ϕ 20,2

ϕf = orientational tolerance zone = 0,2 ... 0,3

ANSI:

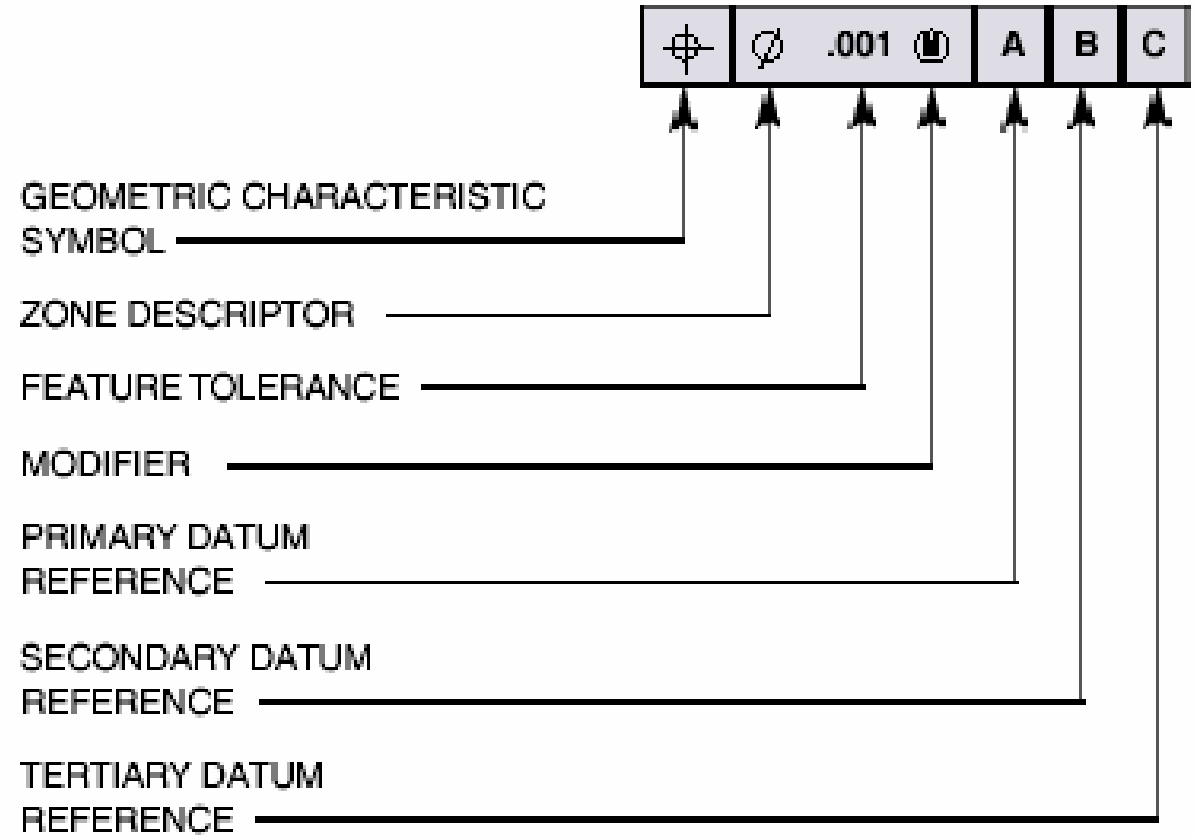
ISO:

قانون اول و دوم GD&T

- **قانون دوم GD&T – استقلال فرم از اندازه**
  - وقتیکه از شرط ماده برای یک اندازه استفاده نشود یعنی فرم از اندازه مستقل است
  - بعبارت دیگر پل بین تلرانسهای هندسی و ابعادی از بین میرود
  - یعنی همان RFS

Feature Control Frame جدول تلرانسی

- جدولی است که خواسته های طراح در آن نوشته میشود
- از ۲ تا ۵ خانه میتواند داشته باشد



ANSI:

ISO:

Feature Control Frame جدول تلرانسی

- **نحوه تلرانس گذاری روی نقشه:**
  - تلرانس بر روی سطح
  - تلرانس روی بخشی از سطح
  - تلرانس روی محور یا صفحه تقارن
  - تلرانس روی محور مشترک

ANSI:	ISO:

Surface Profile پروفیل سطح

- دسته بندی پروفیل سطح:

- خطای فرم Form اگر $1000 \leq \frac{\text{طول موج}}{\text{عمق دره}}$
- موج Waviness $100 \leq \frac{\text{طول موج}}{\text{عمق دره}} \leq 1000$
- زبری Roughness $\frac{\text{طول موج}}{\text{عمق دره}} \leq 100$

ISO4287 – ISO 1302

DIN4774 – DIN4760

Surface Profile پروفیل سطح

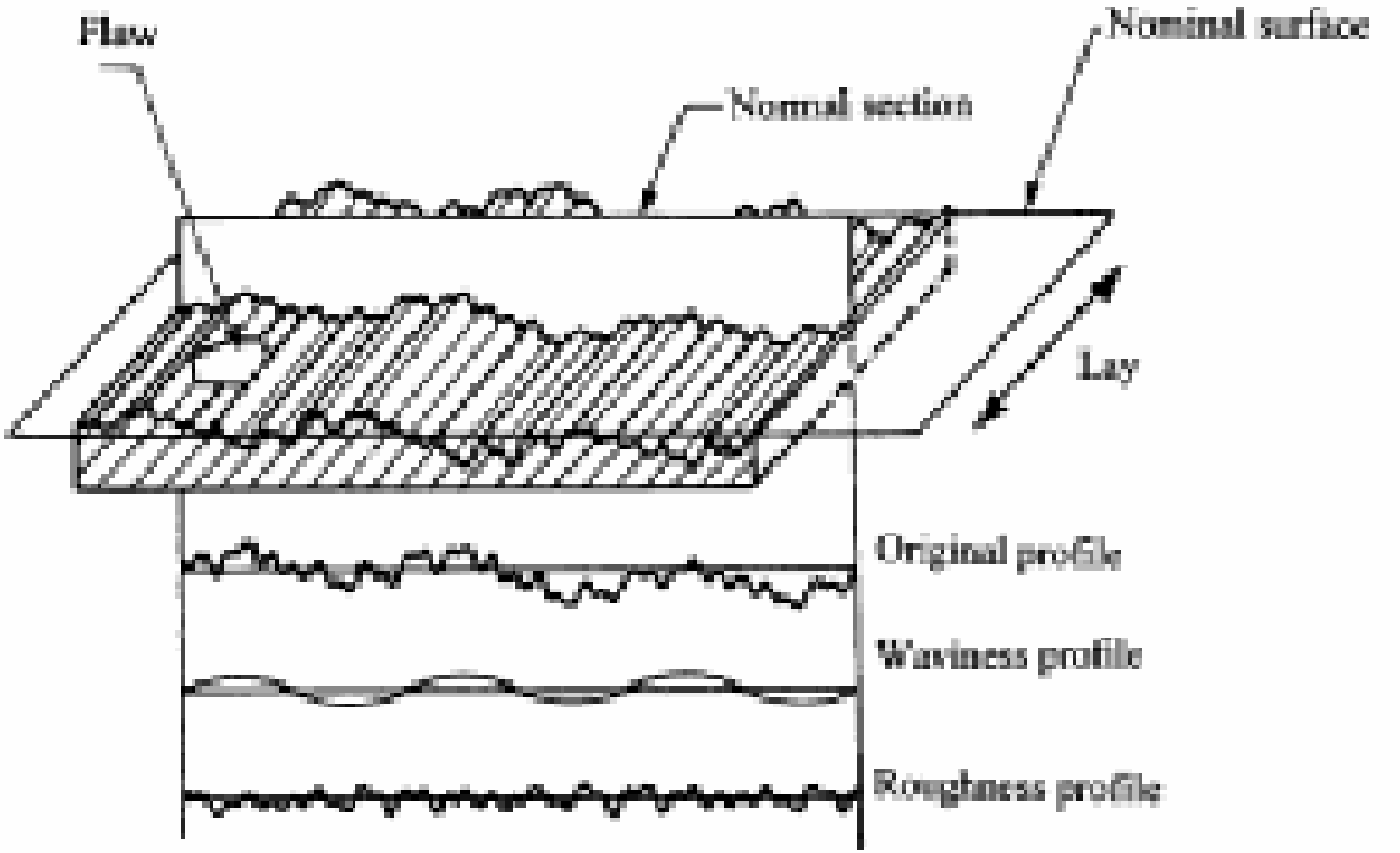
- **علتهای ایجاد پروفیل سطح:**
  - خطای فرم: در اثر سایش ابزار و لقی فیکسچر تولید یا میز دستگاه براده برداری و قطعه شل یا خیلی محکم نگهداشته شود
  - موج: در اثر ارتعاشات و نابالانسی ماشین براده برداری
  - زبری: در اثر مشخصات نوک ابزار (تغییرات شعاع نوک ابزار) و عدم همخوانی سرعت و بار براده برداری و ساختار مواد
- **اندازه گیری پروفیل سطح:**
  - خطای فرم: باید در تمامی سطح اندازه گیری شود
  - موج: در بخش کوچکی از سطح مطابق روش تست اندازه گیری میشود (Cut-off)
  - زبری: در بخش کوچکی از سطح مطابق روش تست اندازه گیری میشود (Cut-off)

موج و زبری در تمامی طول ماشینکاری با همدیگر تولید میشود

ISO4287 – ISO 1302

DIN4774 – DIN4760

Surface Profile پروفیل سطح

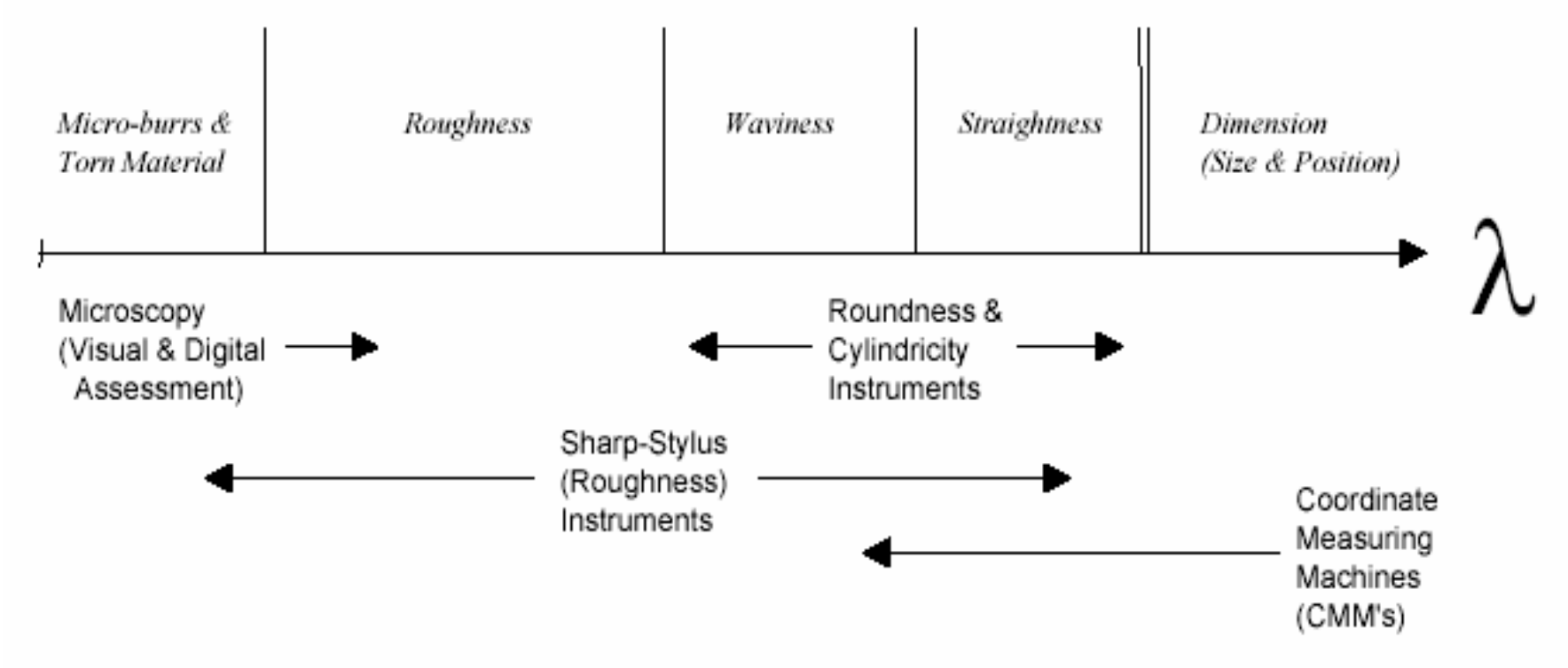


ANSI:	ISO:

ISO4287 – ISO 1302

DIN4774 – DIN4760

Surface Profile پروفیل سطح

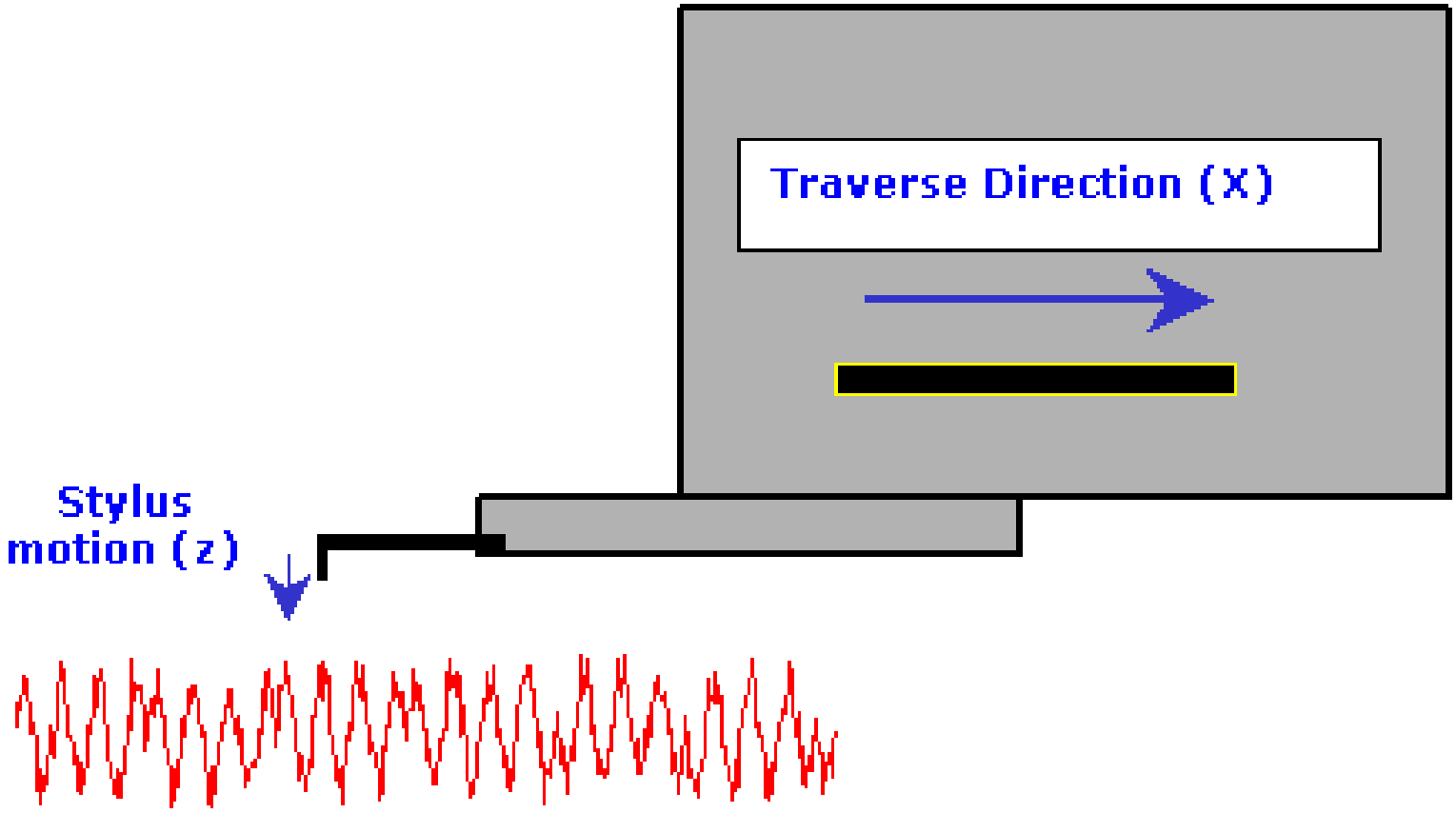


ANSI:	ISO:

ISO4287 – ISO 1302

DIN4774 – DIN4760

Surface Profile پروفیل سطح



ANSI:

ISO:

ISO12181

Surface Profile پروفیل سطح

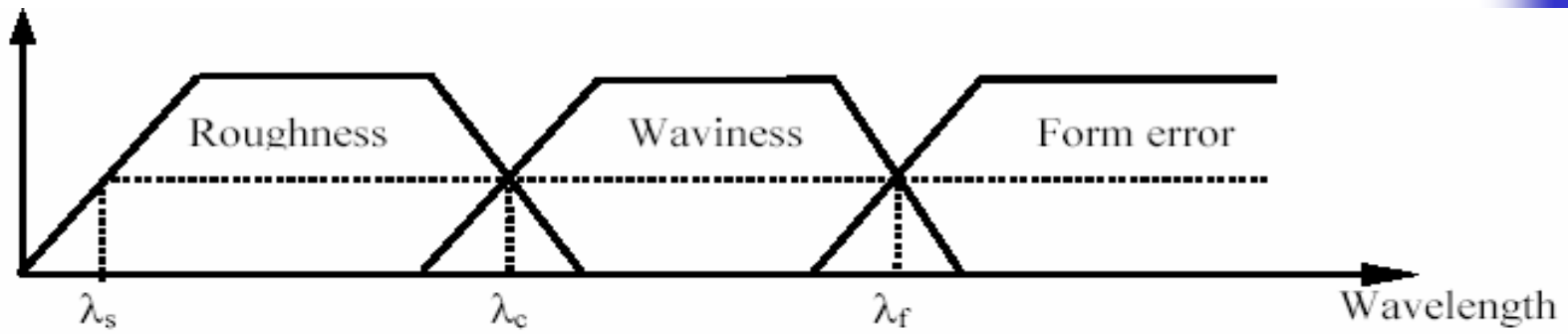
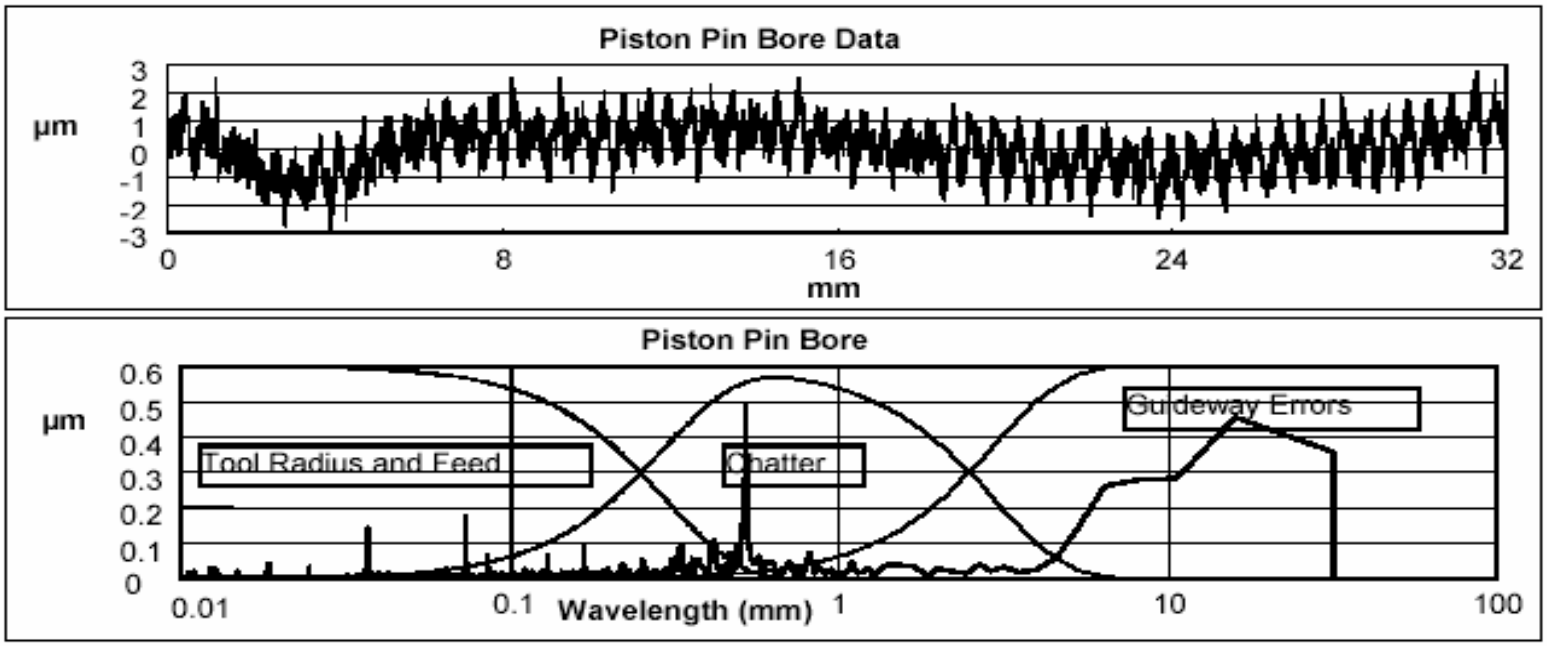


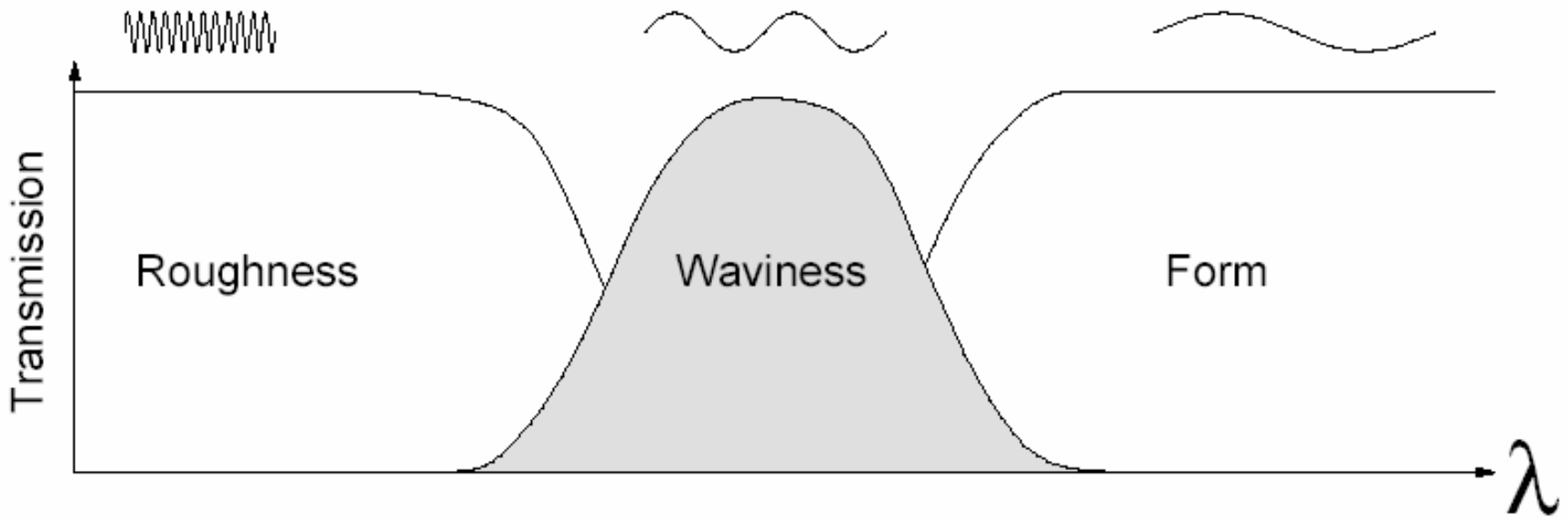
Figure 3 Separation of surface into frequency bands



ANSI:	ISO:

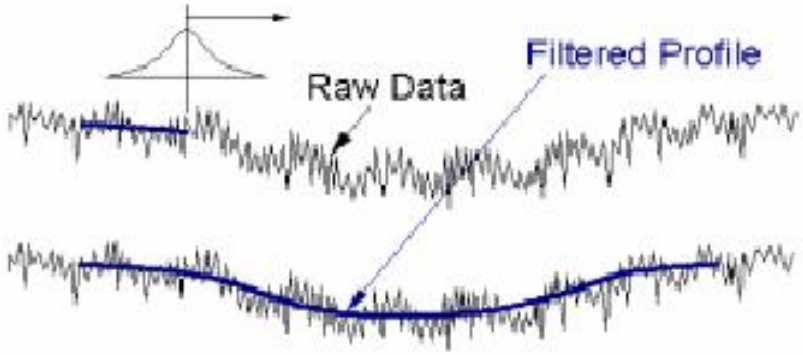
ISO12181

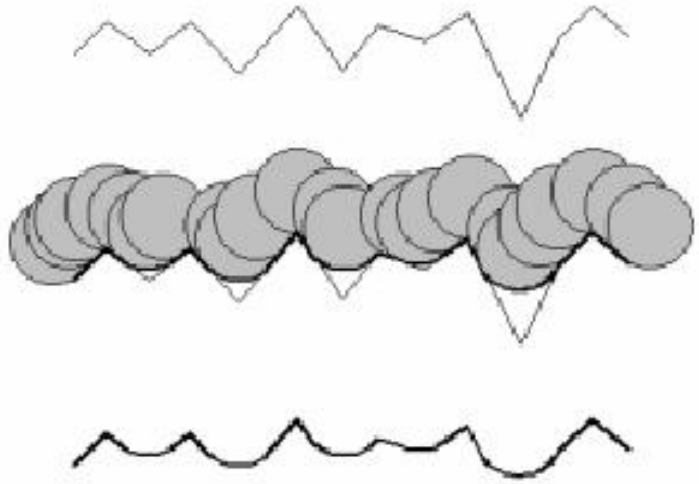
Surface Profile پروفیل سطح



ANSI:	ISO:

Surface Profile پروفیل سطح



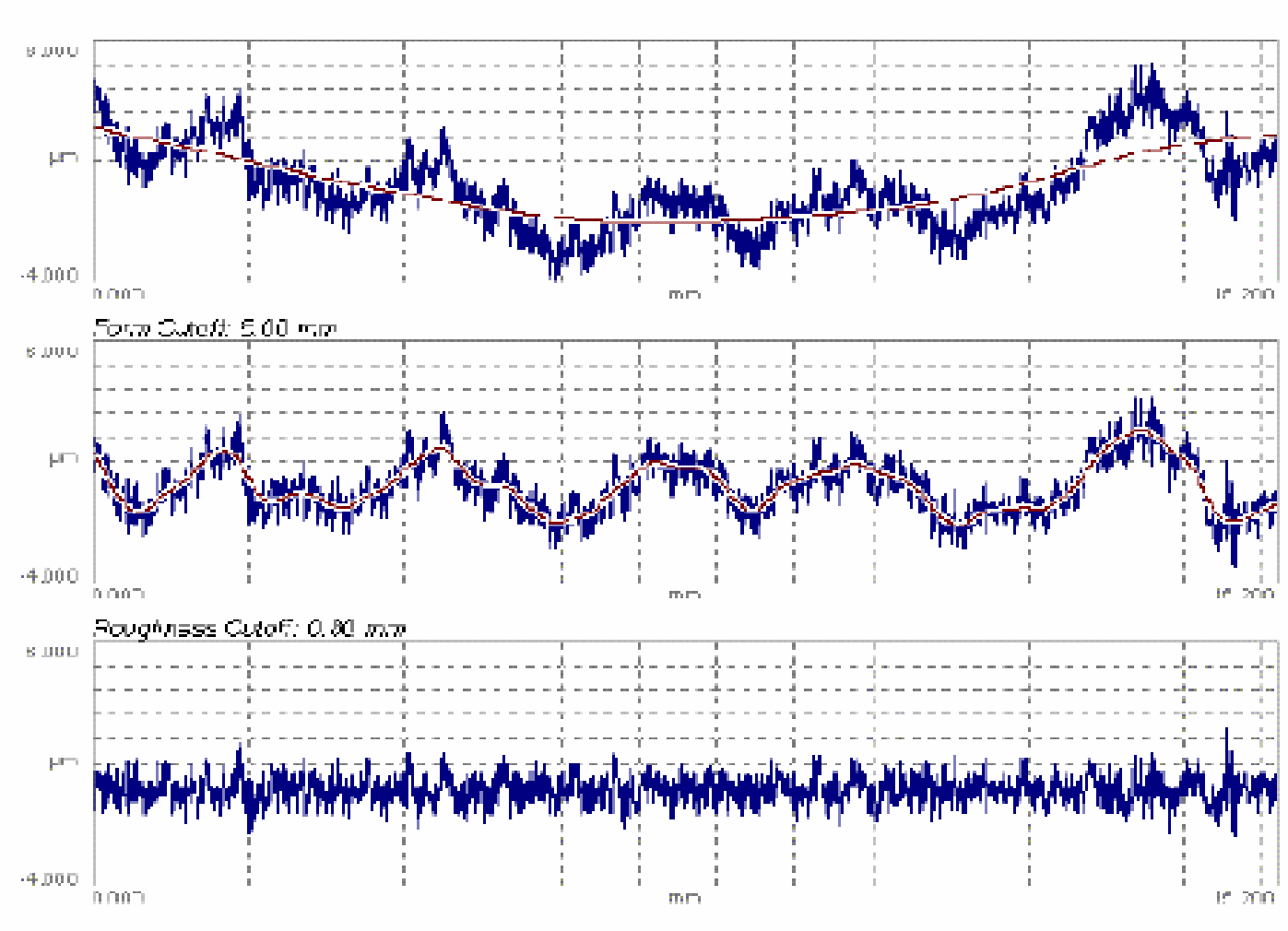


ANSI:	ISO:

ISO4287 – ISO 1302

DIN4774 – DIN4760

Surface Profile پروفیل سطح

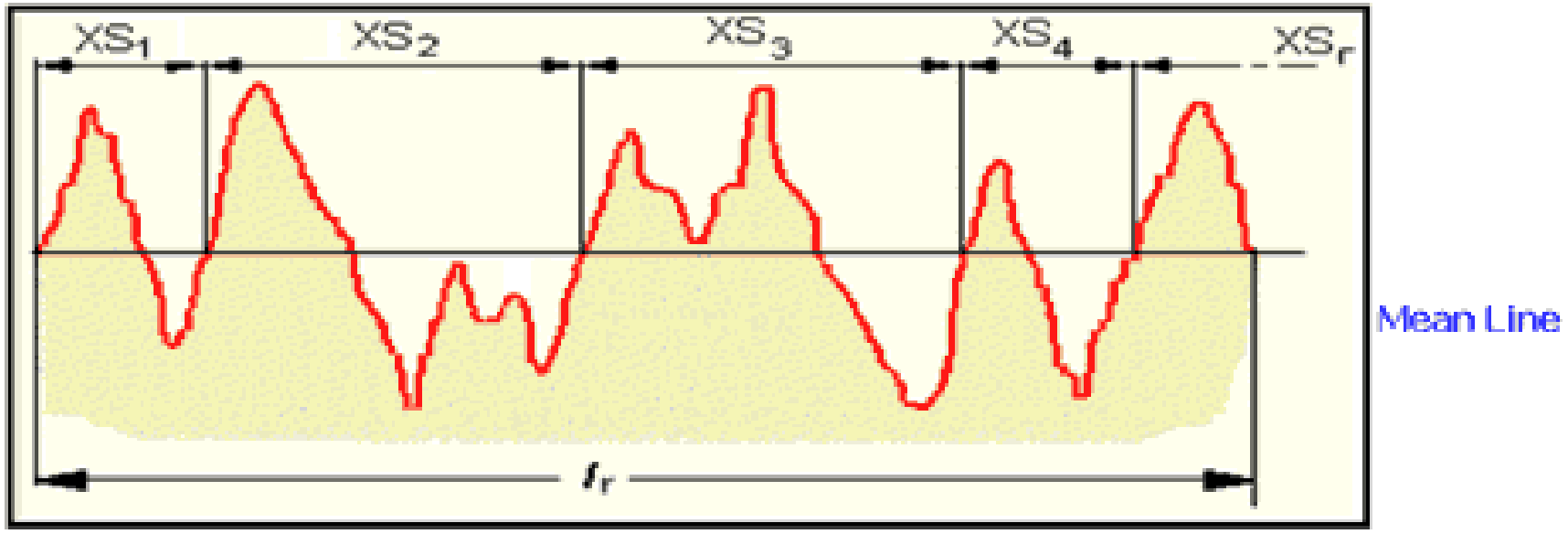


ANSI:	ISO:

ISO4287 – ISO 1302

DIN4774 – DIN4760

Surface Profile پروفیل سطح



Lr = Sampling Length (Cut-off)

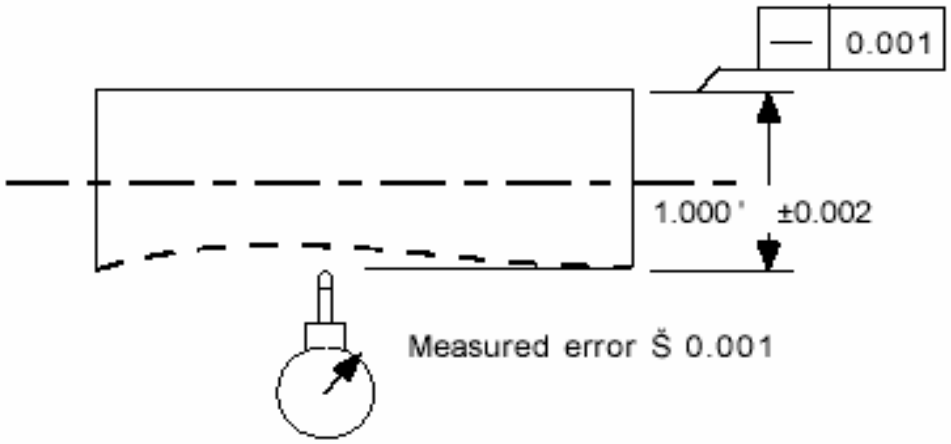
ANSI:	ISO:

Straightness راستی

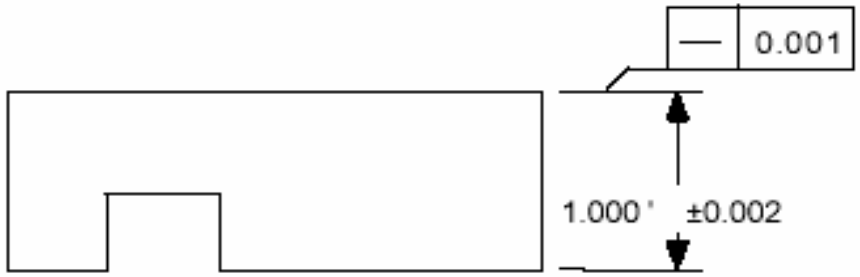
- **تعریف خط راست: کوتاهترین فاصله بین دو نقطه**
- **انواع راستی:**
  - راستی برای سطح: (مثل: پایه و پیرو ؛ شفت جک هیدرولیک)
    - ناحیه تلرانسی: بین دو خط موازی است و سطح مورد نظر هر شکلی میتواند داشته باشد
    - این ناحیه تلرانسی موازی یا عمود به هیچ جایی نیست و کاملا آزاد است
  - راستی برای محور: (مثل: گایدستونها)
    - ناحیه تلرانسی: یک استوانه به قطر Øt
    - در یک استوانه اگر سطح آن راست باشد طبعا محور آن نیز راست است اما عکس آن صادق نیست

Straightness راستی

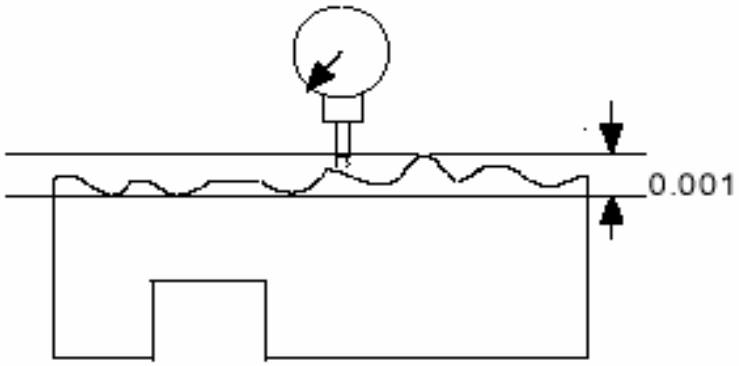
Tolerance zone between two straightness lines.



Value must be smaller than the size tolerance.



Design



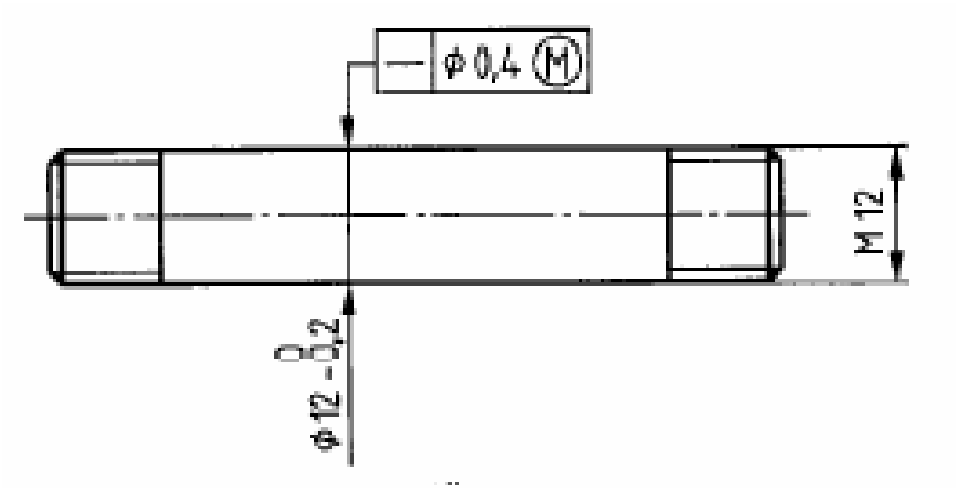
Meaning

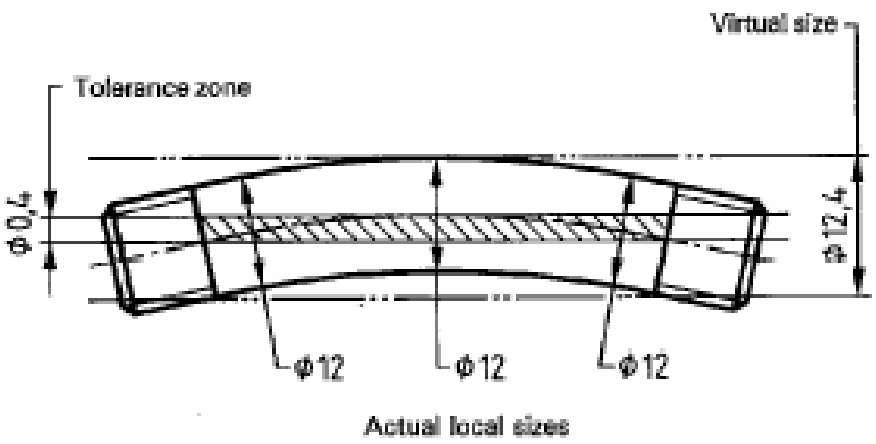
ANSI:	ISO:

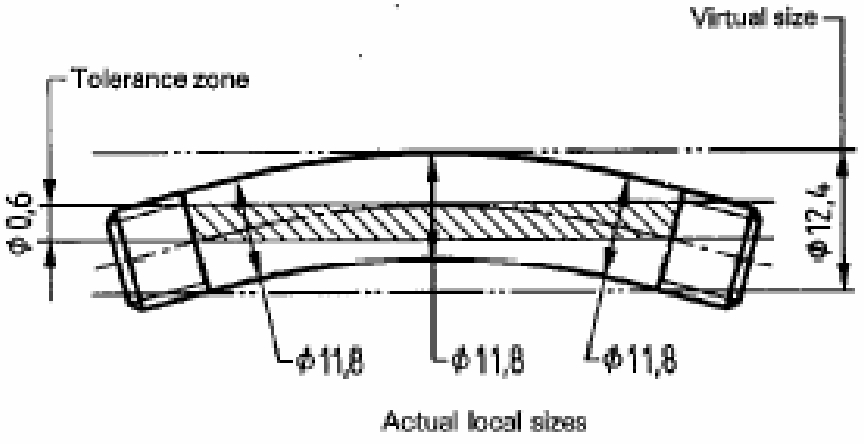
Straightness راستی

- **نکات:**
  - **تلرانسهای فرم** همگی در مورد سطح بحث میکنند و تنها یک مورد از **راستی** وجود دارد که در مورد محور صحبت میکند
  - در راستی مقدار تلرانس هندسی همیشه باید کمتر از تلرانس ابعادی باشد
  - مقدار تلرانس هندسی راستی در سطح همیشه بزرگتر یا برابر مقدار تلرانس هندسی راستی در محور یک استوانه میباشد
  - شرط ماکزیمم ماده در راستی امکان پذیر است
- **توزیع خطای راستی در طول سطح:**
  - جهت جلوگیری از تمرکز خطا در یک نقطه میتوان نرخ توزیع خطا در طولهای کوچکتر در نظر گرفت (مثل میل ماهک)

Straightness راستی







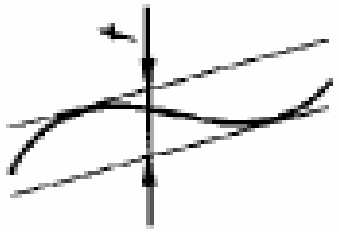
ANSI:	ISO:

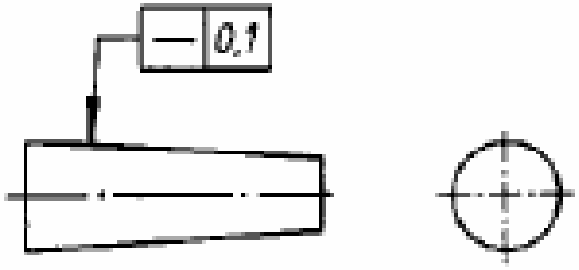
Straightness راستی

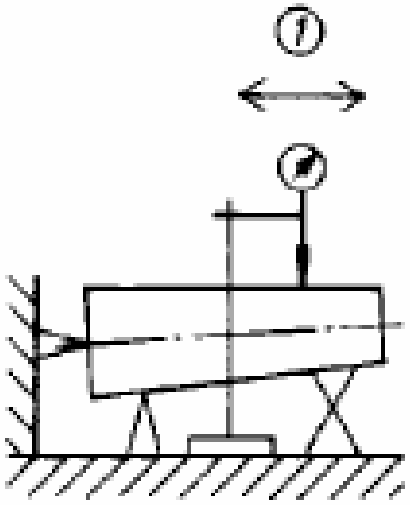
- **اندازه گیری راستی در محور:**
  - برای اندازه گیری این تلرانس روش دستی وجود ندارد و فقط توسط فرم تستر امکان پذیر است

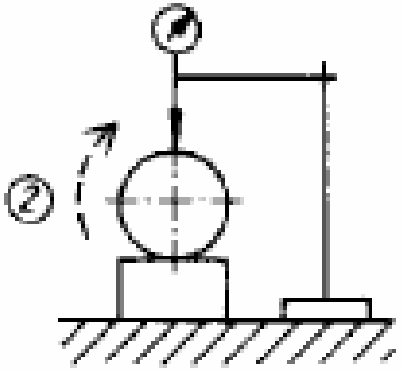
- **اندازه گیری راستی در سطح:**
  - روش Jackscrew Method و FIM ≤ Tol.
  - روش Precision Straight edge Method
  - روش Two Block Method و FIM ≤ Tol.
  - روش Differential Measurement Method و FIM ≤ Tol.

Straightness راستی







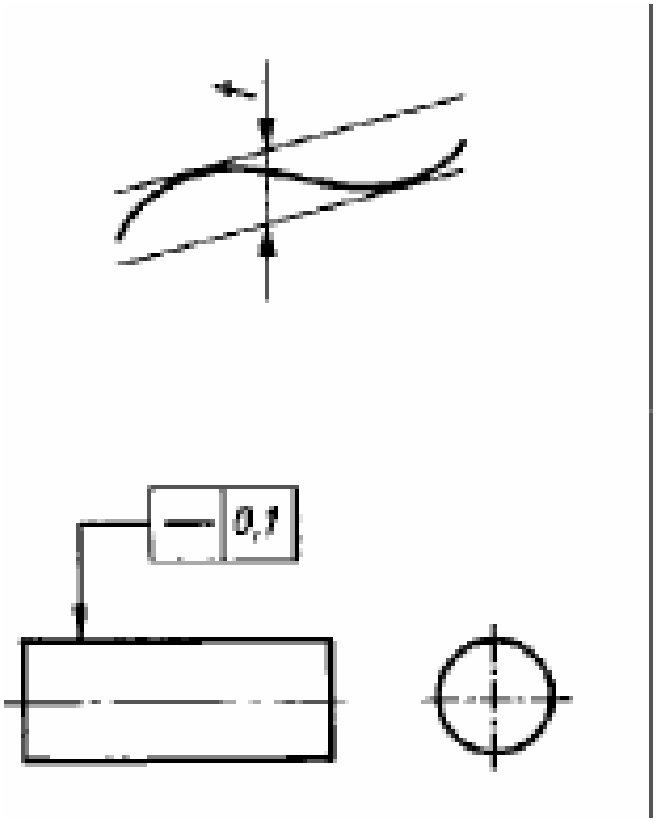


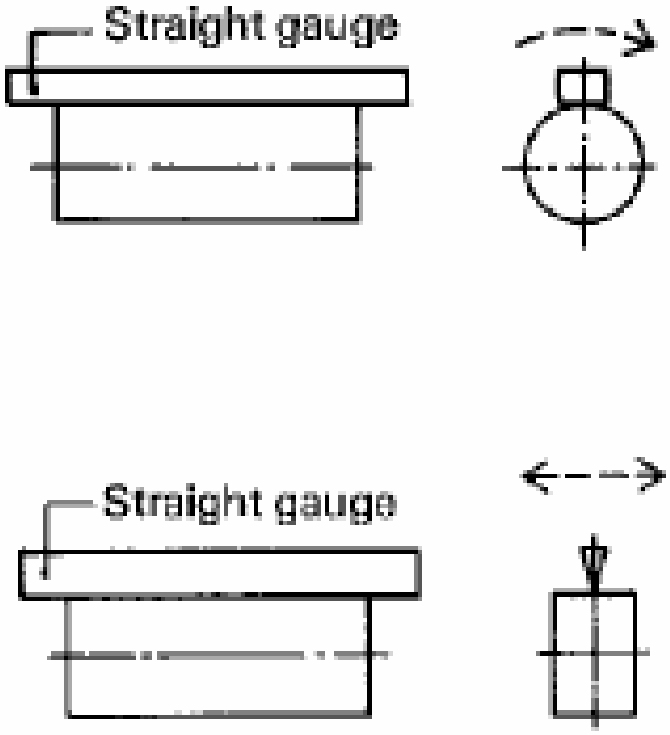
Place the object with the upper generating line par
the surface plate.

ANSI:

ISO:

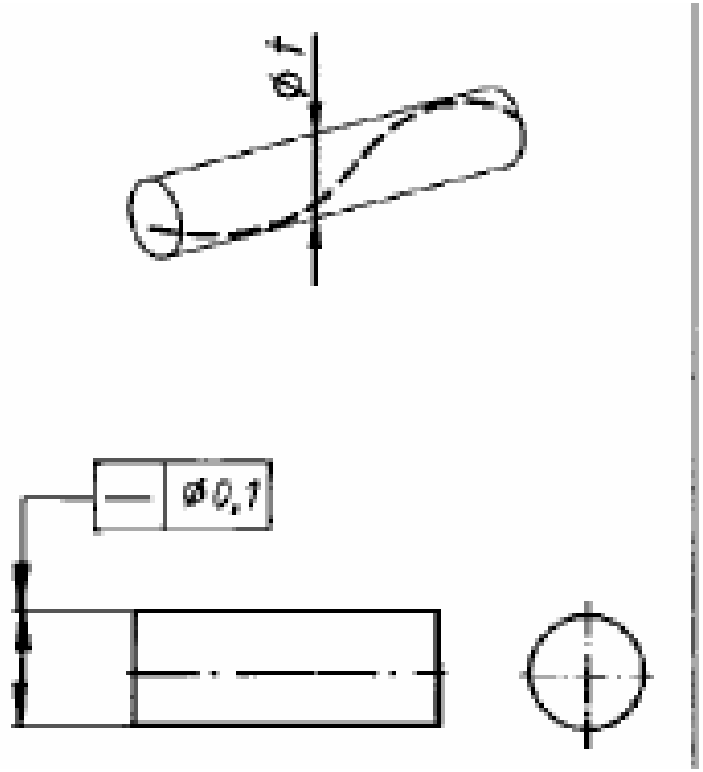
Straightness راستی

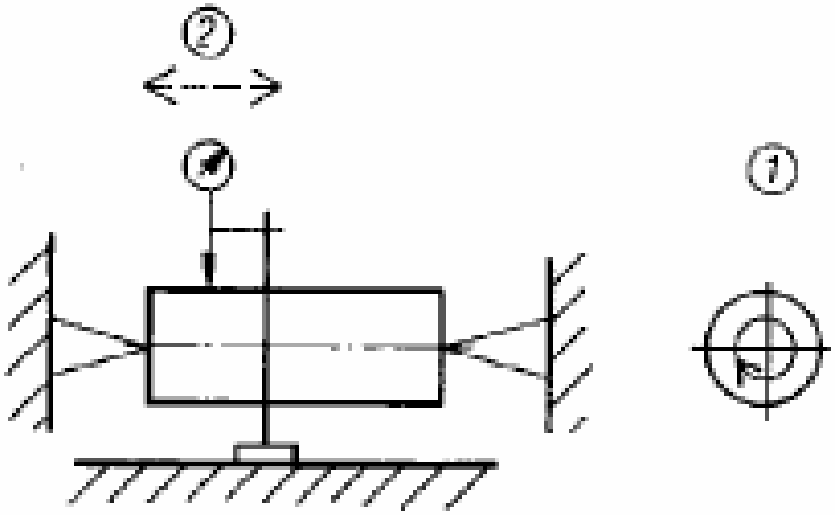




ANSI:	ISO:

Straightness راستی

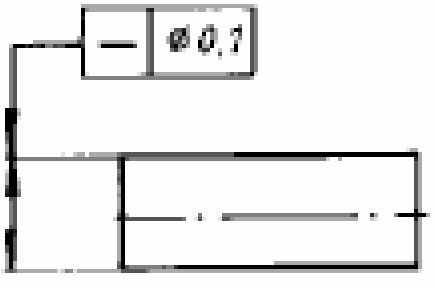


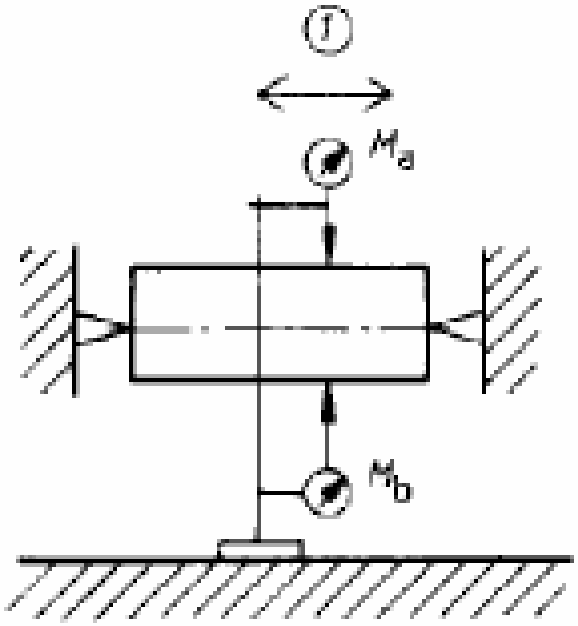


Clamp the object between two coaxial centres pa
surface plate.

ANSI:	ISO:

Straightness راستی



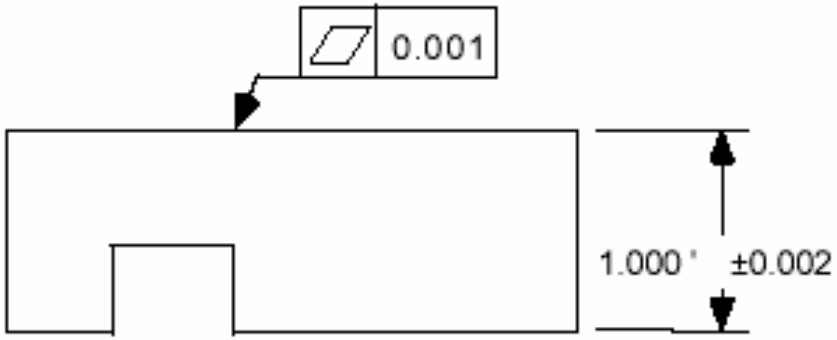


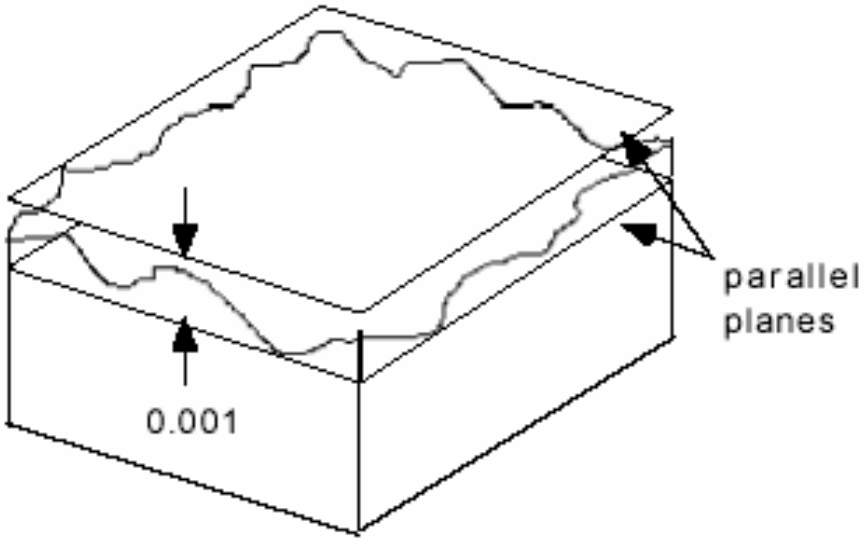
Clamp the object between two coaxial centres par surface plate.

ANSI:	ISO:

Flatness تختی

Tolerance zone defined by two parallel planes.





ANSI:	ISO:

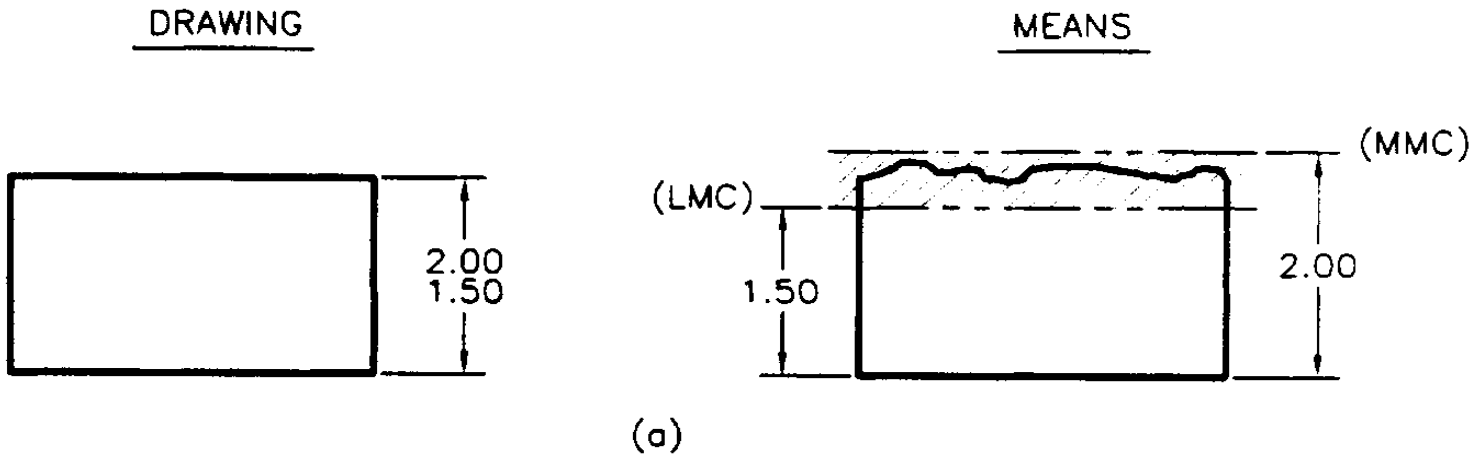
تختی Flatness

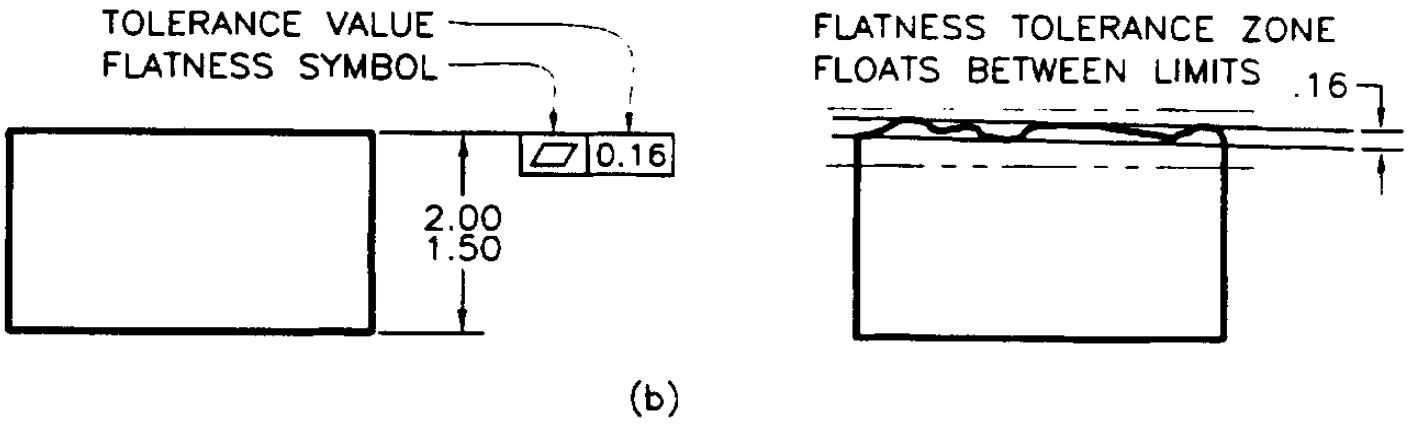
- **تعریف سطح تخت:** سطحی که تمام نقاط آن در یک صفحه تخت قرار گرفته باشد
- در تختی همیشه ناحیه تلرانسی **یک فاصله** است
- فاصله بین دو صفحه تخت موازی که موازی یا عمود به هیچ جایی نیست و کاملا آزاد است
- شرط ماکزیمم ماده در تختی امکان پذیر است

راستی یک تلرانس دوبعدی است و تختی یک تلرانس سه بعدی است

- **توزیع خطای تختی در سطوح:**
  - جهت جلوگیری از تمرکز خطا در یک نقطه میتوان نرخ توزیع خطا در مساحتهای کوچکتر در نظر گرفت (مثل: سطح نیم تنه و سرسیلندر)

Flatness تختی





ANSI:	ISO:

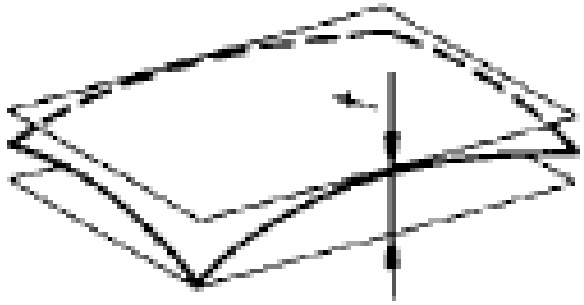
تختی Flatness

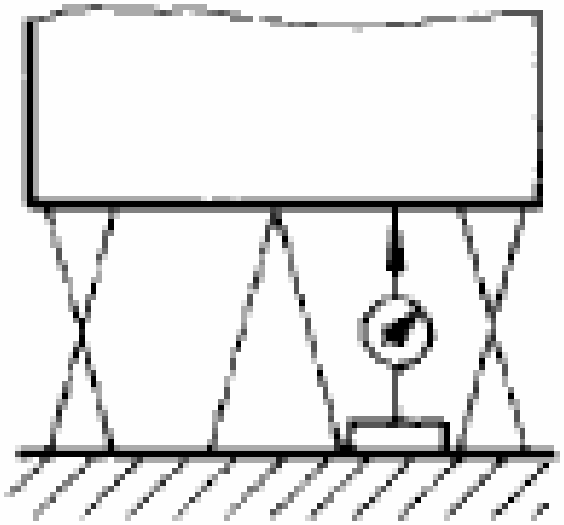
- **اندازه گیری تختی:**

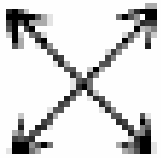
تختی نمیتواند گیج بشود (یعنی با گیج برونرو کنترل کرد) آنرا باید اندازه گیری نمود

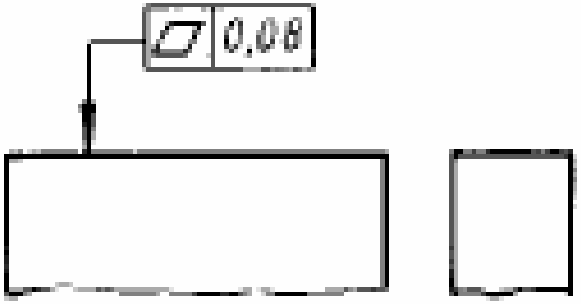
- روش Jackscrew Method و FIM ≤ Tol.
- روش Wobble Plate Method و FIM ≤ Tol.
- روش Fixed Plane Method و FIM ≤ Tol.
- روش Direct Contact Method و FIM ≤ Tol.
- روش Optical Flat Method (برای تختی خیلی کوچک: 0.002 – 0.020 mm) و هر خط = 0.3µm
- روش CMM Method (توسط روش SLC خطای تختی محاسبه میشود)
- روش تراز دوقلو

Flatness تختی



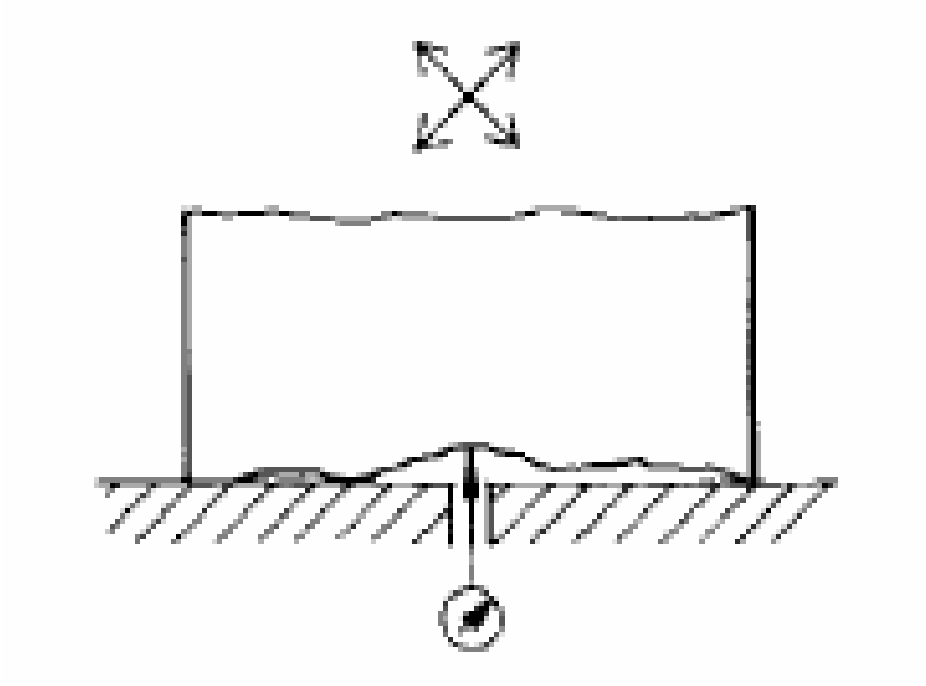






ANSI:	ISO:

Flatness تختی



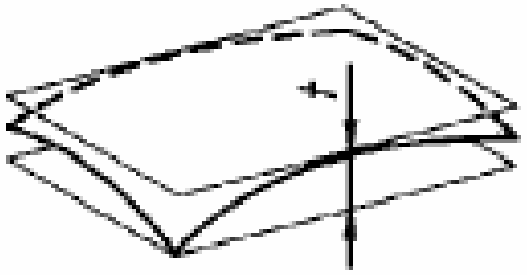
ANSI:

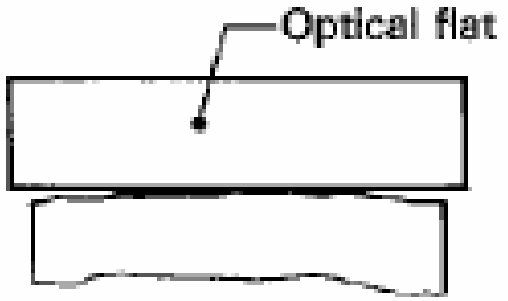
ISO:

Flatness تختی

ANSI:	ISO:

Flatness تختی





Place the optical flat on the object ar
monochromatic light.

The flatness deviation is the number of
counted, multiplied by $\lambda/2$ of the light us

$$\left(\frac{\lambda}{2} \approx 0{,}3\ \mu m\right)$$

ANSI:	ISO:

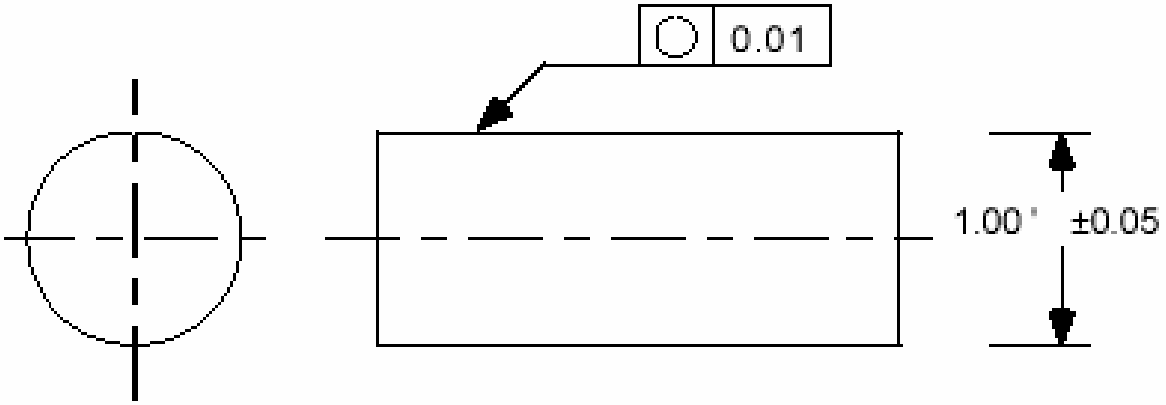
Circularity (Roundness) گردی

- در گردی همیشه ناحیه تلرانسی **یک فاصله** است
- فاصله بین دو دایره هم مرکز که در این محدوده سطح هر فرمی میتواند داشته باشد

- **اشکالات چند روش اندازه گیری گردی:**
  - روش ساعت و مرغک: در این روش جمع گردی و هم محوری یعنی لنگی اندازه گیری میشود. اگر خطای اندازه گیری شده از حدود نقشه کمتر باشد $FIM \leq Tol.$ قطعه قبول است و در غیر اینصورت جای شک است؟
  - روش V-Block : در این روش برای قطعات سه پهن مرکز قطعه نیز جابجا میشود و علاوه بر خطای گردی جابجایی مرکز قطعه نیز اندازه گیری میشود
  - روش کولیس: در این روش برای قطعات سه پهن خطای گردی قابل تشخیص نمیباشد

Circularity (Roundness) گردی

Tolerance zone bounded by two concentric circles.



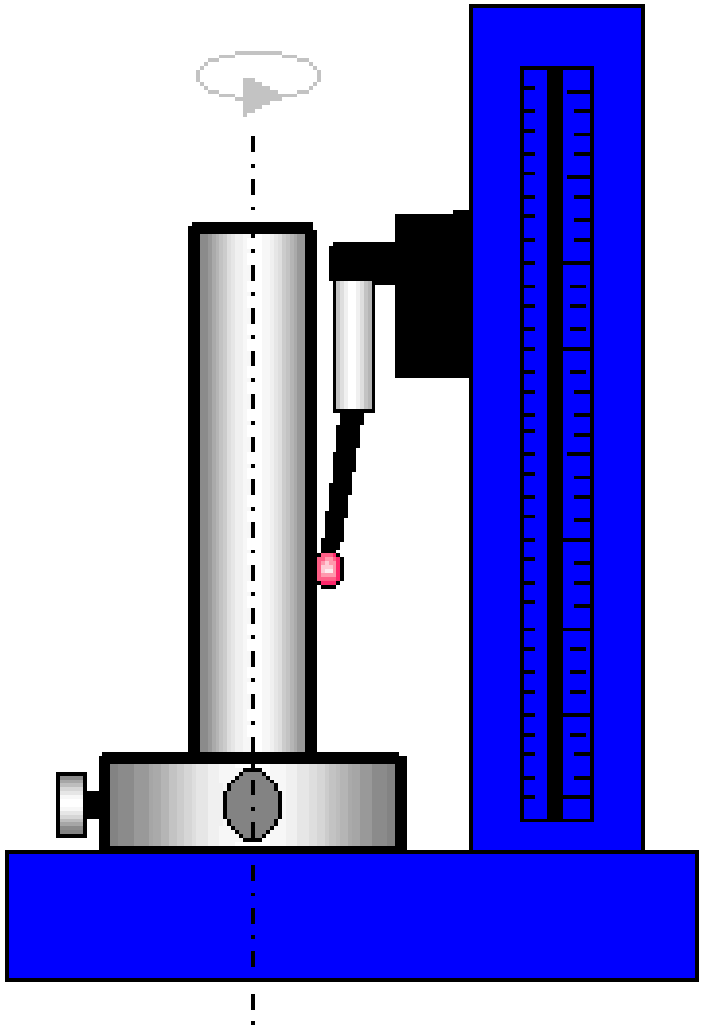
At any section along the cylinder

ANSI:	ISO:

Circularity (Roundness) گردی

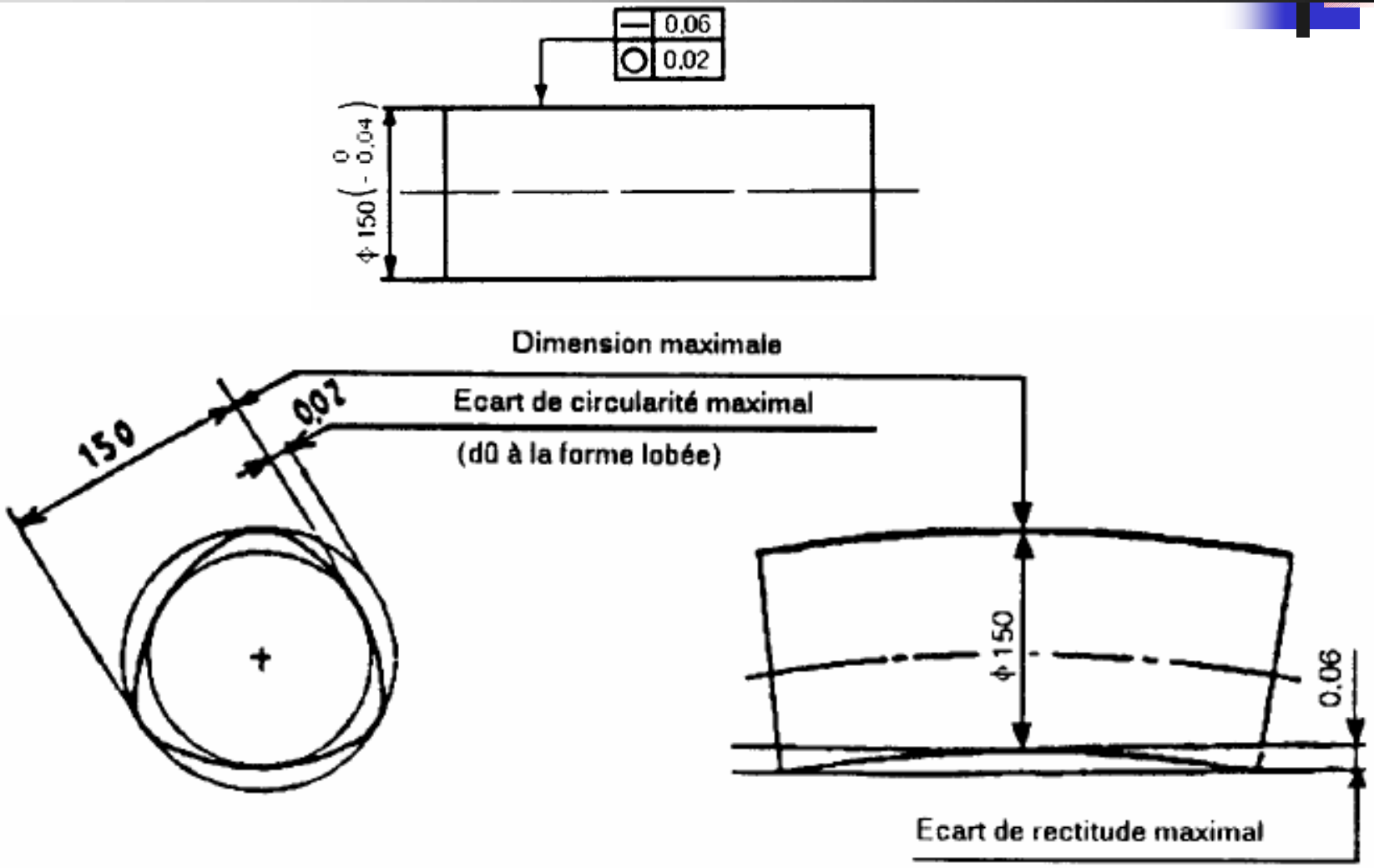
- **اندازه گیری گردی:**
  - روش Diametral Roundness Measurement Method (توسط کولیس) اندازه گیری در دو مقطع و سه قطر در طول شفت یا سوراخ و $(Ømax-Ømin) \leq 2xTol.$
  - روش Vee Block Method و $FIM \leq (1+Coscant\ \alpha)Tol.$
  - روش Rotary Table Method و $FIM \leq Tol.$
  - روش Profile Projector Method
  - روش Form Tester Method
  - Least Square Circle
  - Min. Circumscribed Circle (مثال: سیلندر و رینگ گیج)
  - Max. Inscribed Circle (مثال: پیستون و پین گیج)
  - Min. Zone Circles

Circularity (Roundness) گردی



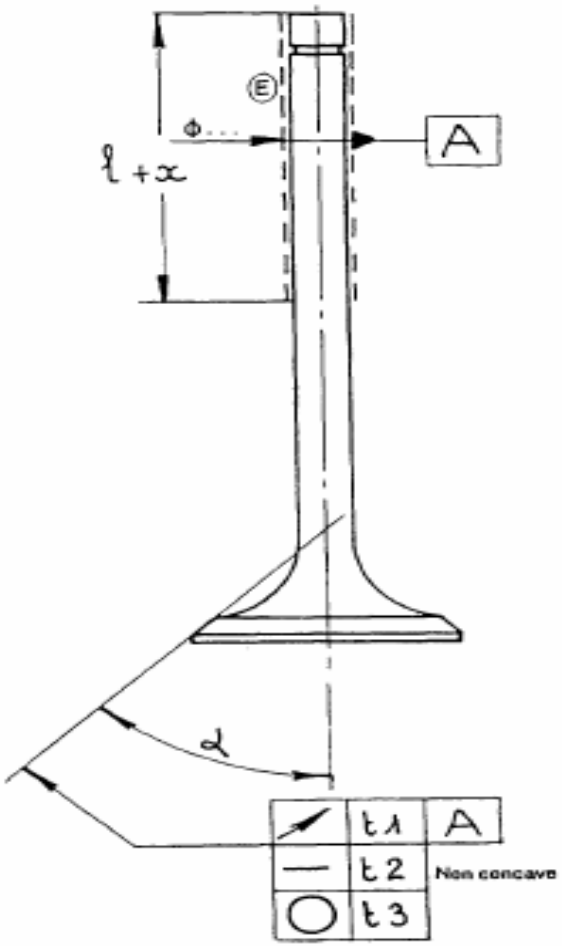
ANSI:	ISO:

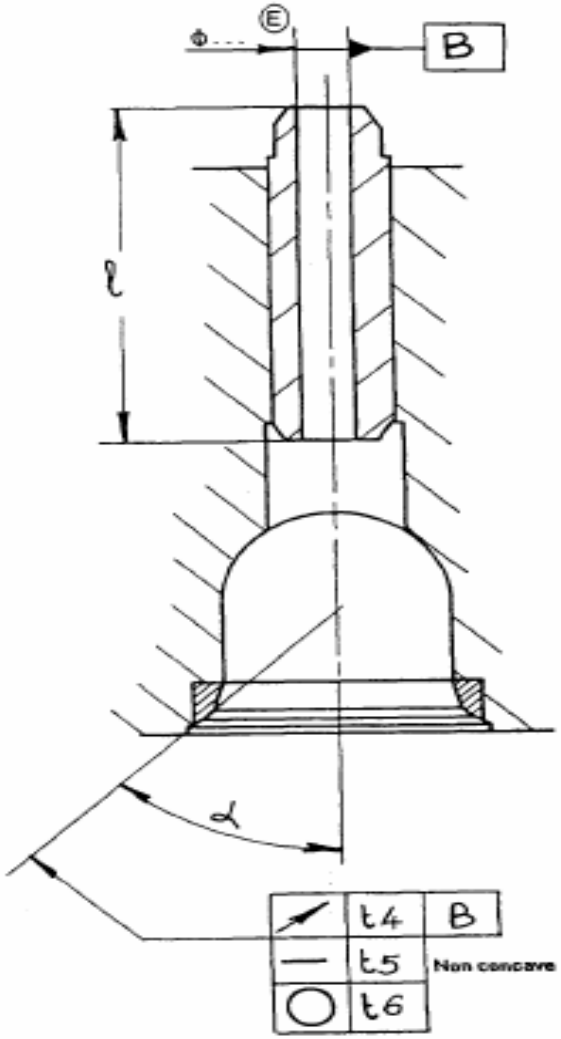
Circularity (Roundness) گردی



ANSI:	ISO:

Circularity (Roundness) گردی

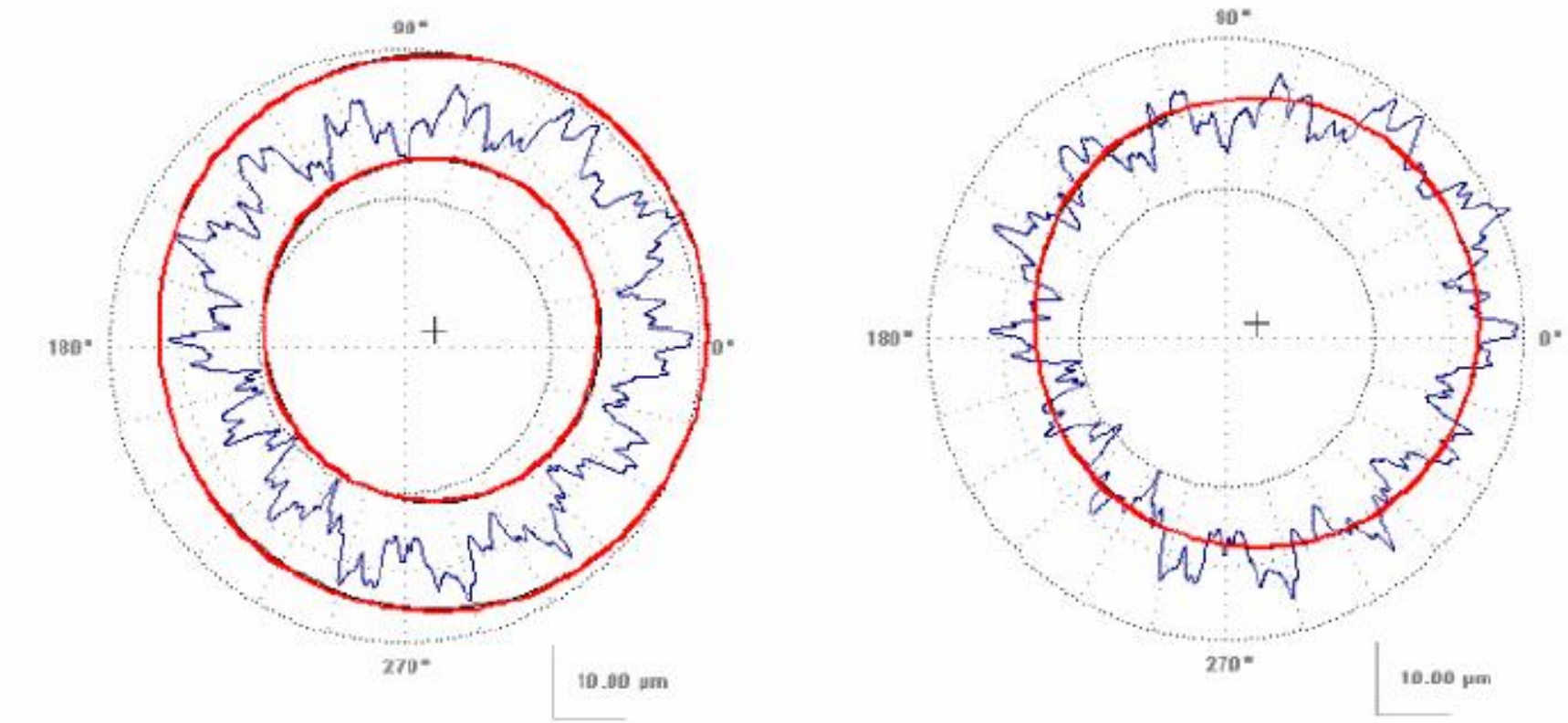




ANSI:

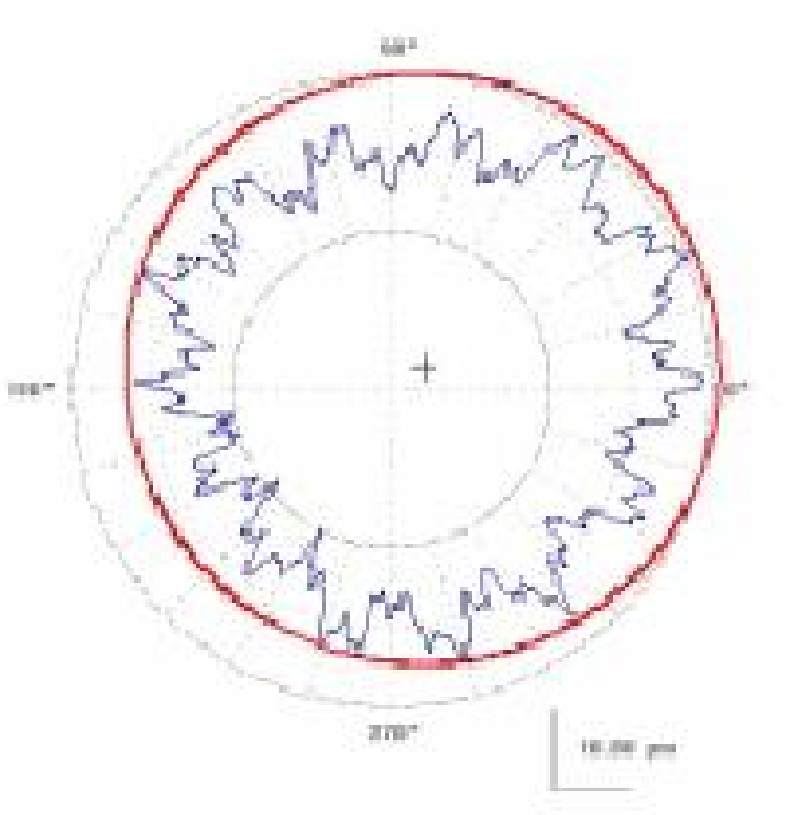
ISO:

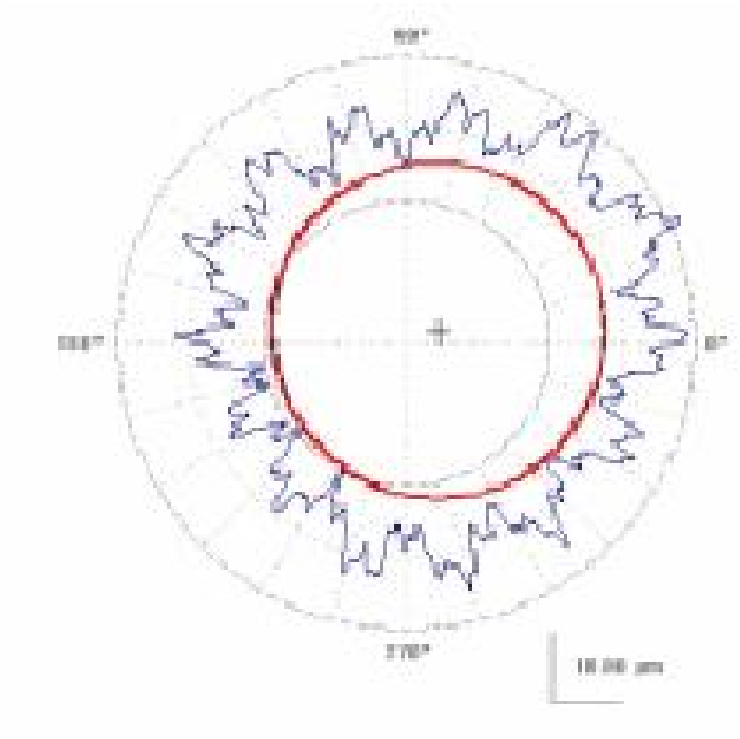
Circularity (Roundness) گردی



ANSI:	ISO:

Circularity (Roundness) گردی

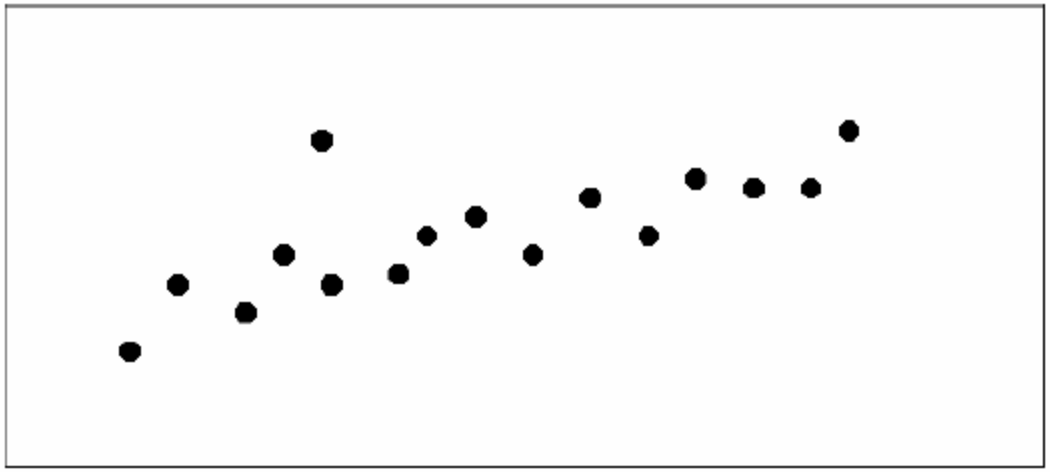




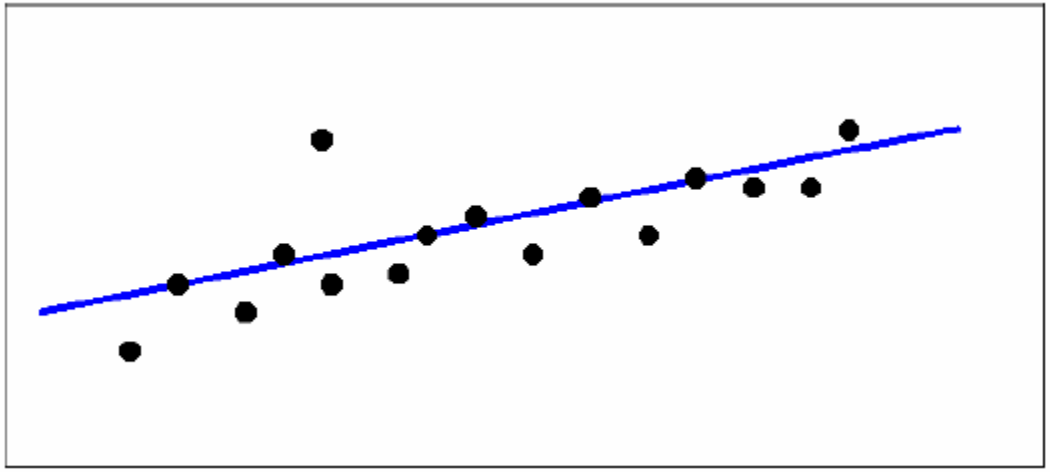
ANSI:	ISO:

Circularity (Roundness) گردی

Data Point



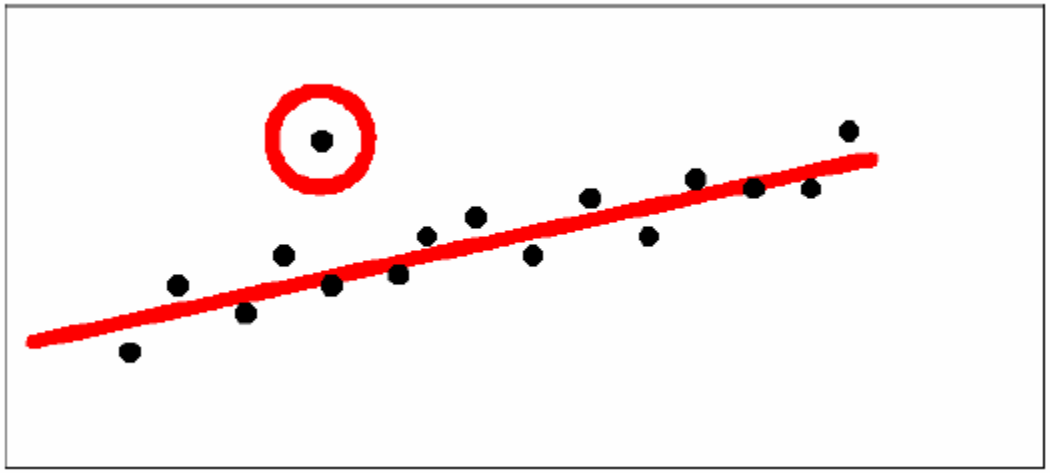
Fitting



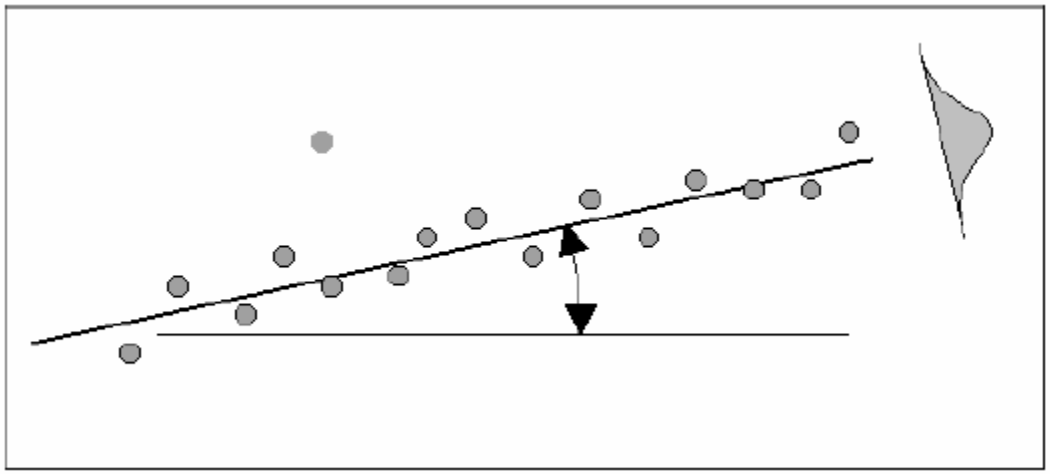
ANSI:	ISO:

Circularity (Roundness) گردی

Filtering

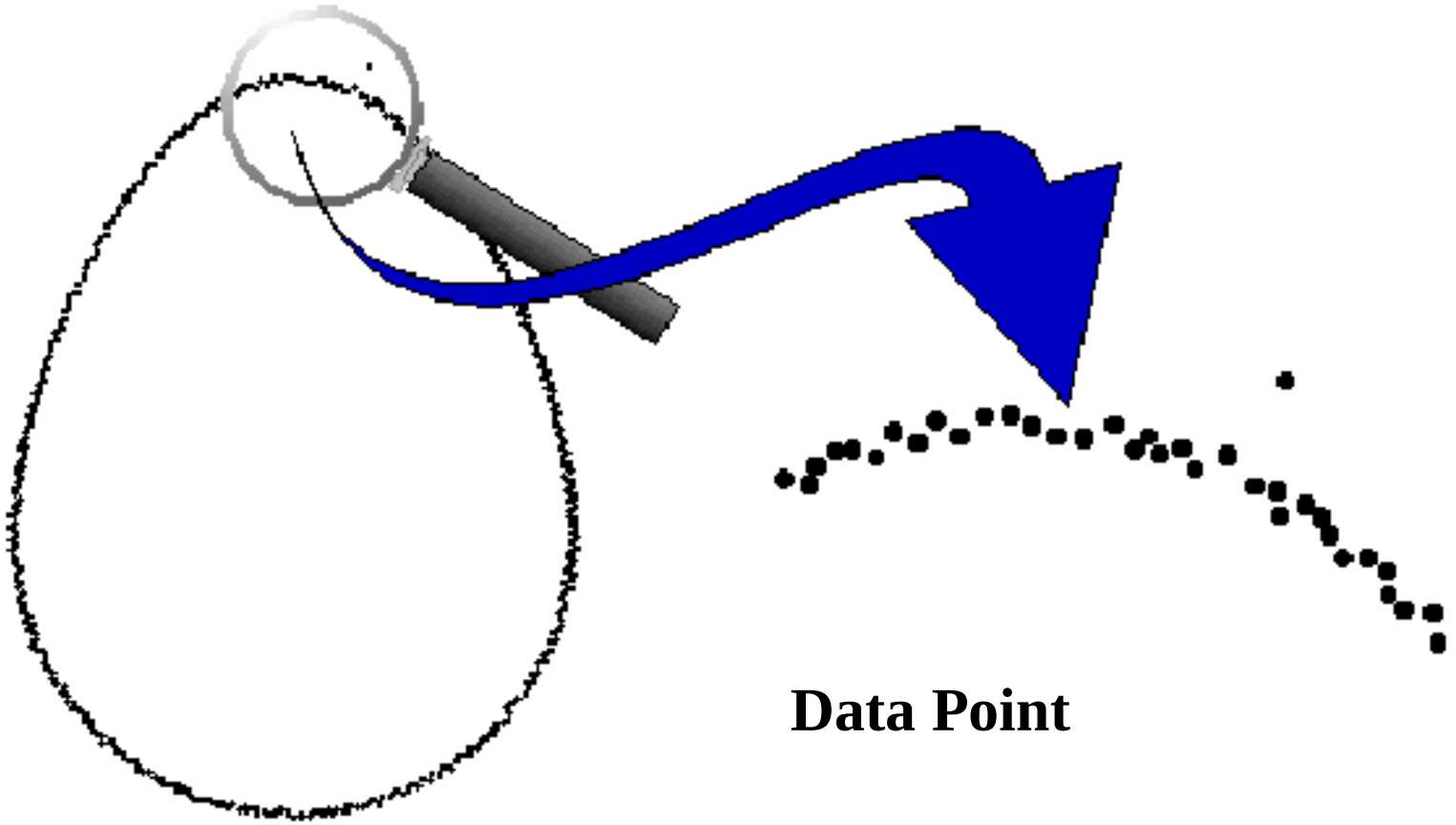


Analysis



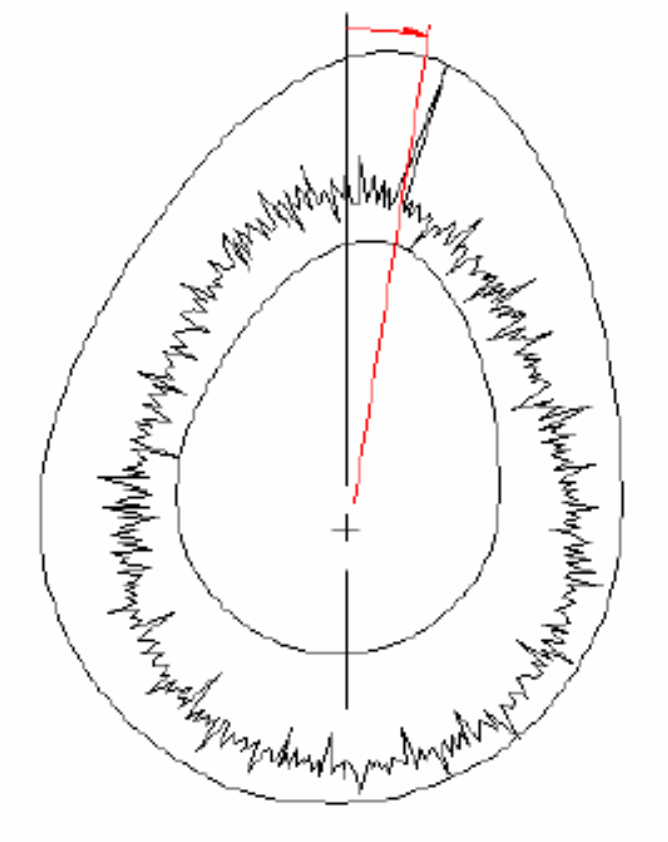
ANSI:	ISO:

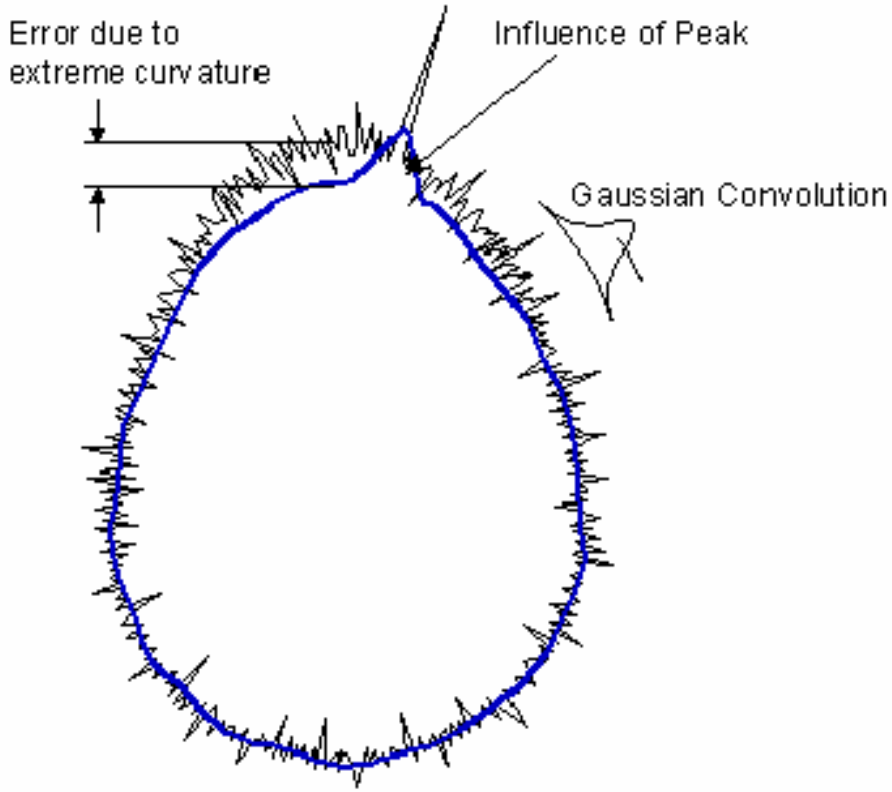
Circularity (Roundness) گردی



ANSI:	ISO:

Circularity (Roundness) گردی



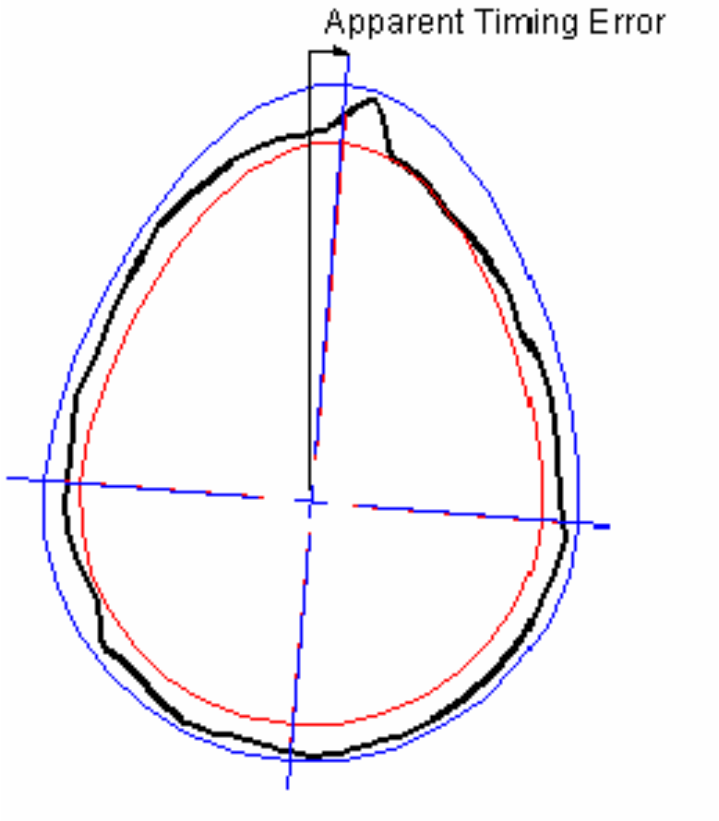


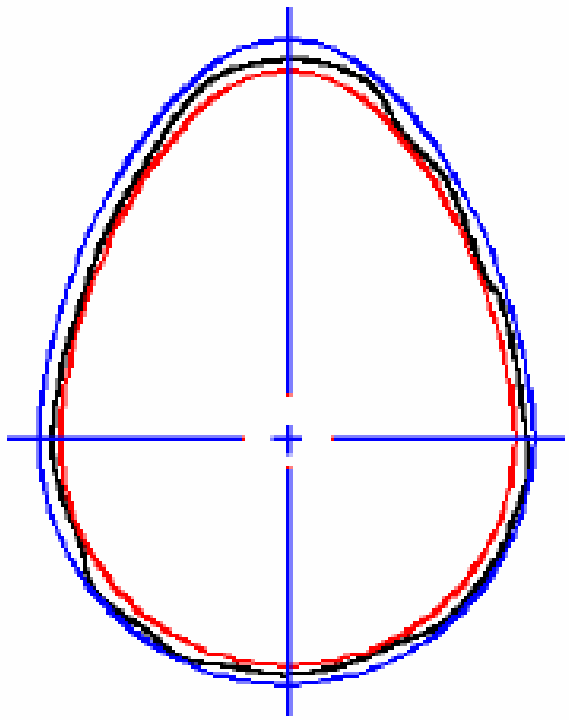
Fitting

Filtering

ANSI:	ISO:

Circularity (Roundness) گردی

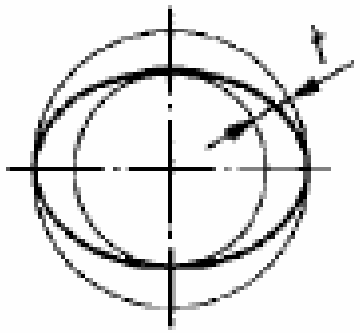


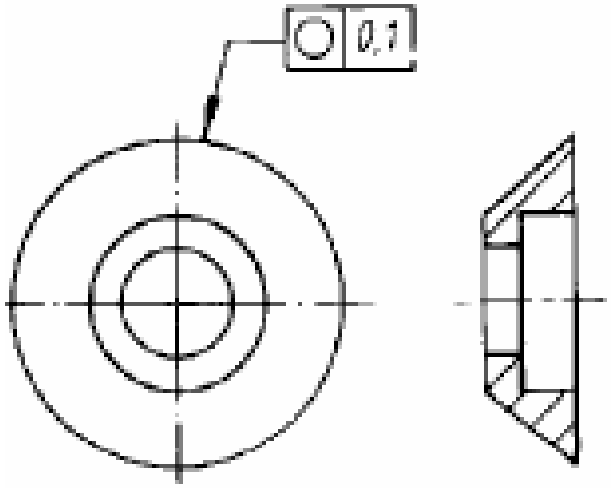


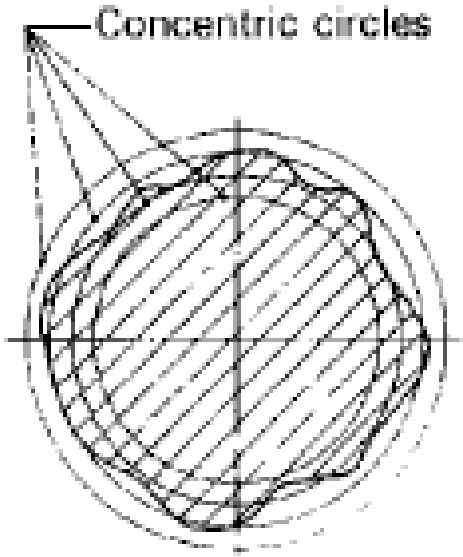
Filtering **Analysis**

ANSI:	ISO:

Circularity (Roundness) گردی







Compare the profile of the object to concentric circles.

The circularity is evaluated from concentric circles.

ANSI:	ISO:

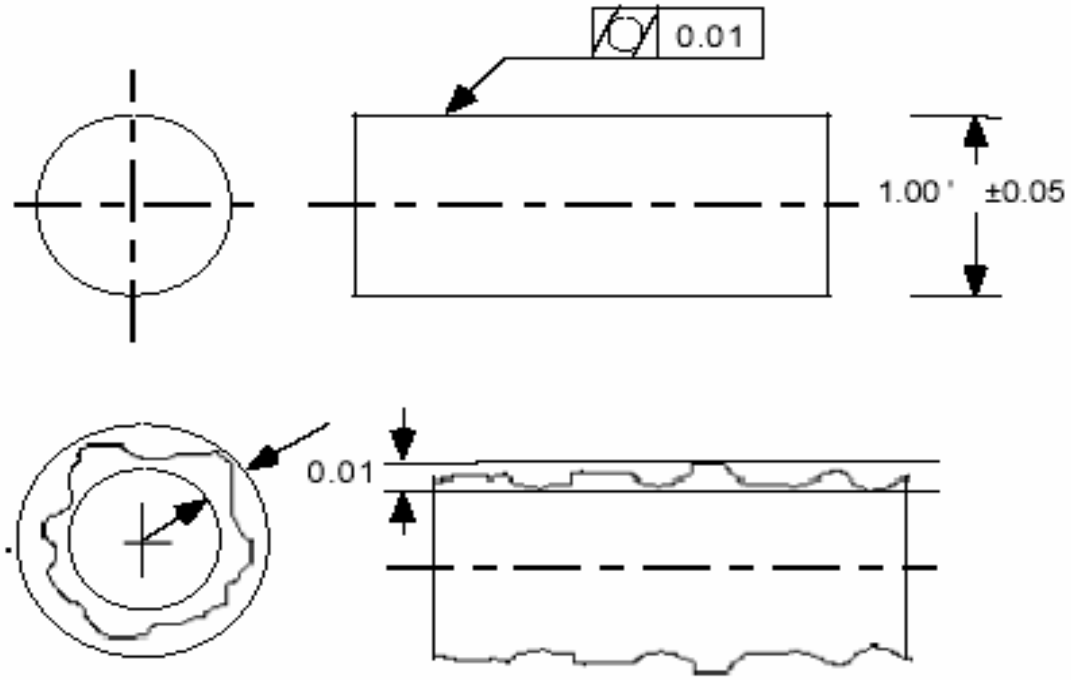
Cylindricity استوانه ای

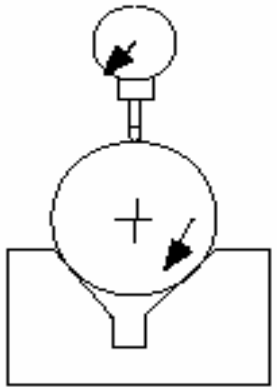
- تلرانس گردی به کلیه قطعاتیکه مقطع گرد داشته باشد قابل اعمال است (مثل: دمبل؛ مخروط؛ استوانه و ...) ولی تلرانس استوانه ای فقط به قطعات استوانه ای قابل اعمال است
- در استوانه ای همیشه ناحیه تلرانسی **یک فاصله** است
- فاصله بین دو استوانه هم محور که در این محدوده سطح هر فرمی میتواند داشته باشد

- **استوانه ای بودن یعنی:**
  - جسمی که دارای مقطع گرد (گردی) با یالهای راست (راستی) و زاویه (زاویه ای) نداشته باشد
  - البته زاویه یالها (زاویه ای) با تلرانس ابعادی چک میشود بنابراین استوانه ای ترکیبی از گردی و راستی است

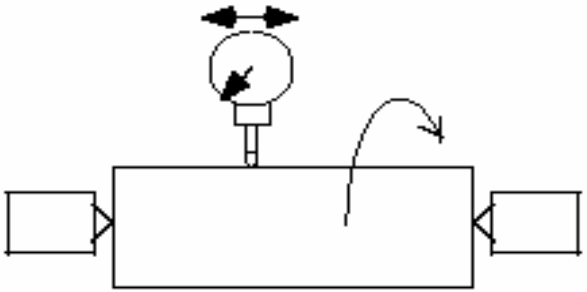
Cylindricity استوانه ای

Tolerance zone bounded by two concentric cylinders within which the cylinder must lie.





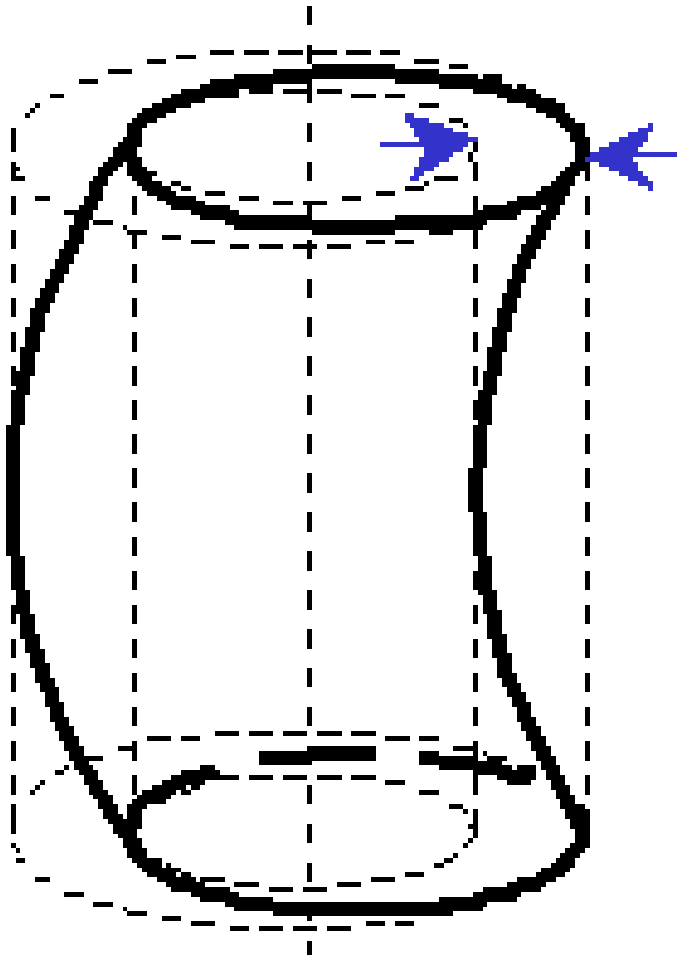
Rotate in a V



Rotate between points

ANSI:	ISO:

Cylindricity استوانه ای

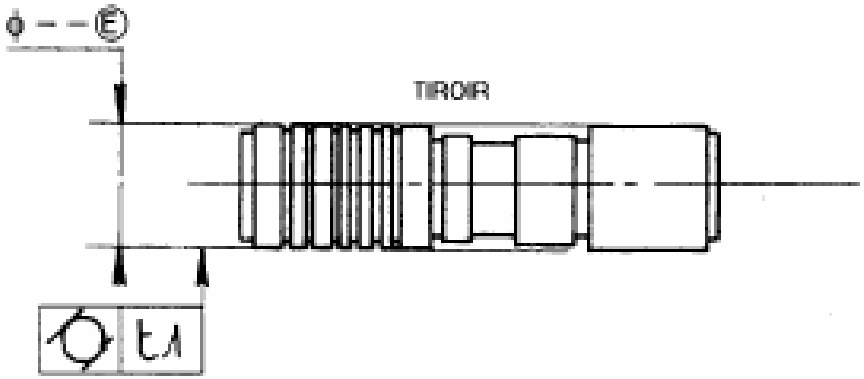


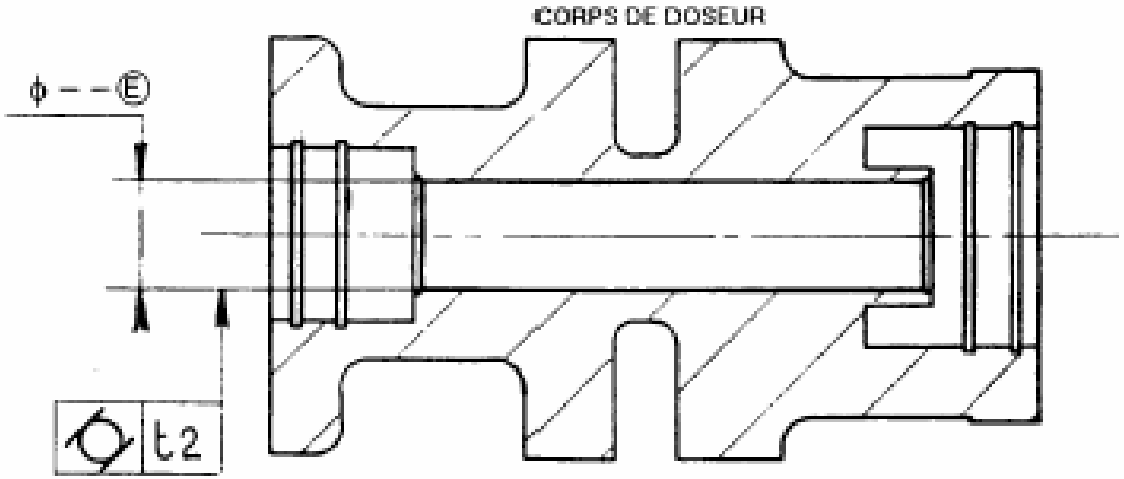
Tolerance or cylindricity value

ANSI:

ISO:

Cylindricity استوانه ای





ANSI:	ISO:

Cylindricity استوانه ای

تلرانس گردی یک تلرانس دوبعدی است و تلرانس استوانه ای یک تلرانس سه بعدی است

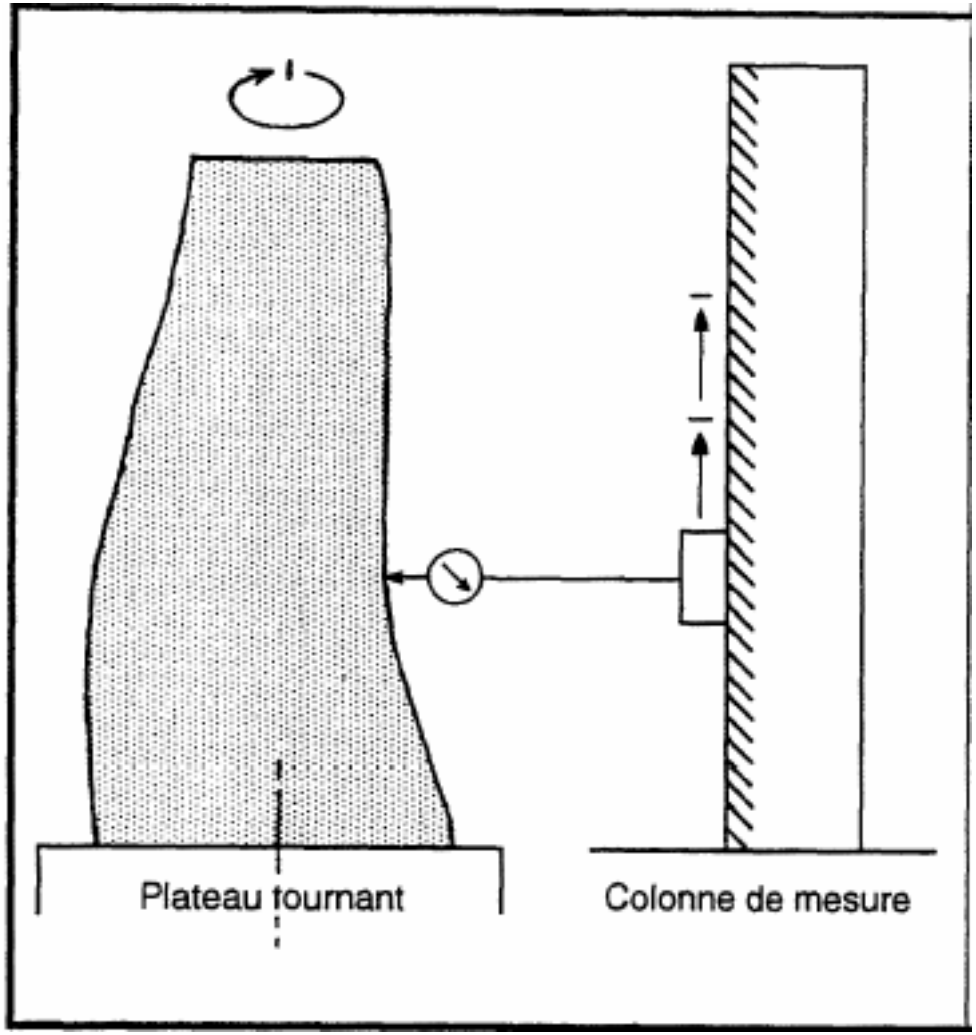
- **محدود کردن خطای گردی و راستی در خطای استوانه ای:**
  - با توجه به اجزای تشکیل دهنده تلرانس استوانه ای (یعنی تلرانسهای گردی و راستی) میتوان علاوه بر تلرانس استوانه ای محدودیت جداگانه ای برای هریک از اجزا در نظر گرفت

ANSI:	ISO:

Cylindricity استوانه ای

- **اندازه گیری استوانه ای:**
  - روش اندازه گیری با فرم تستر (توسط روش SLC خطای استوانه ای محاسبه میشود)

Cylindricity استوانه ای

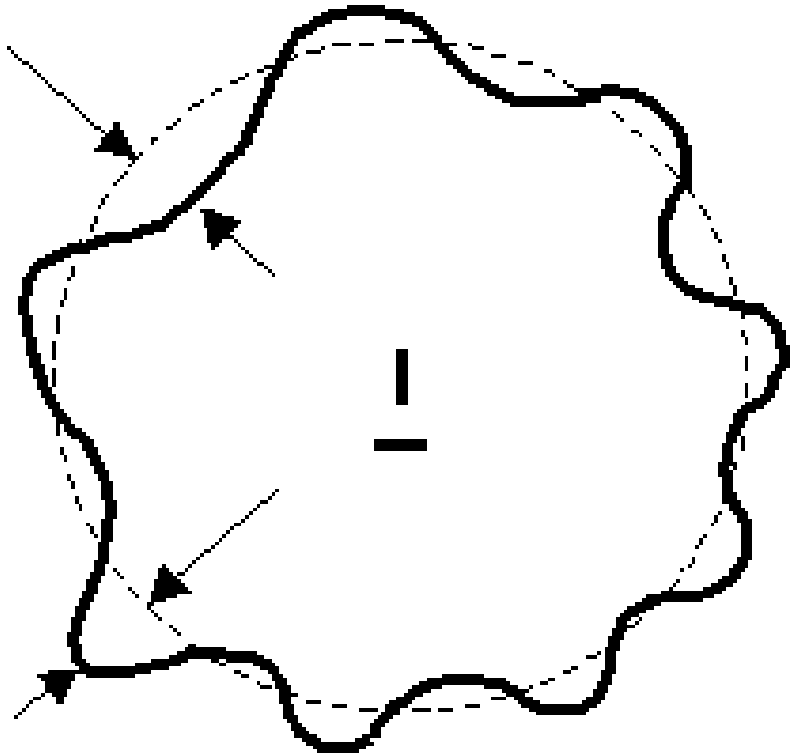


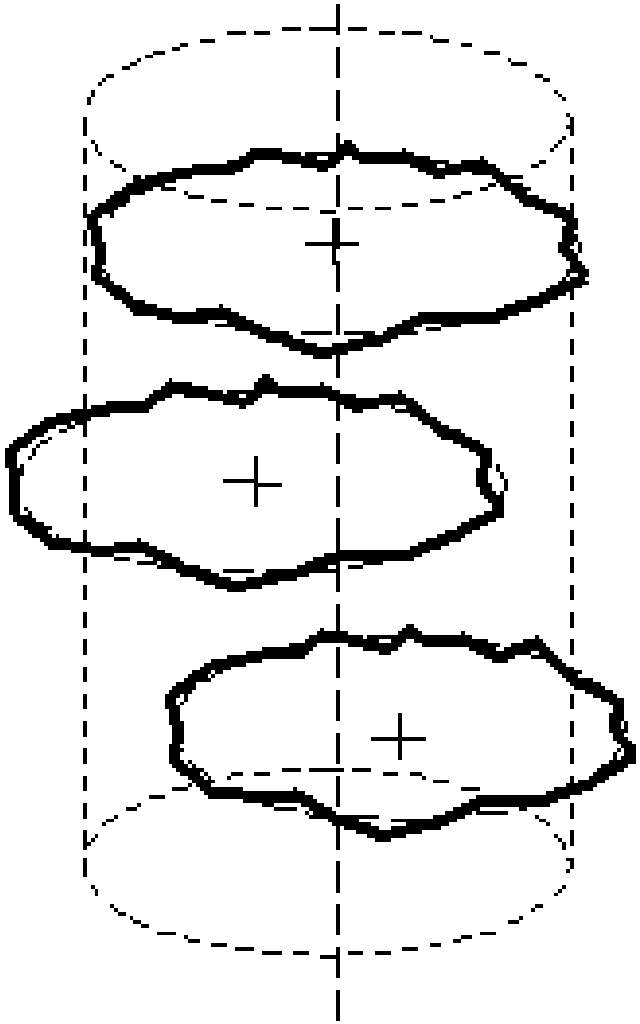
ANSI:

ISO:

Cylindricity استوانه ای

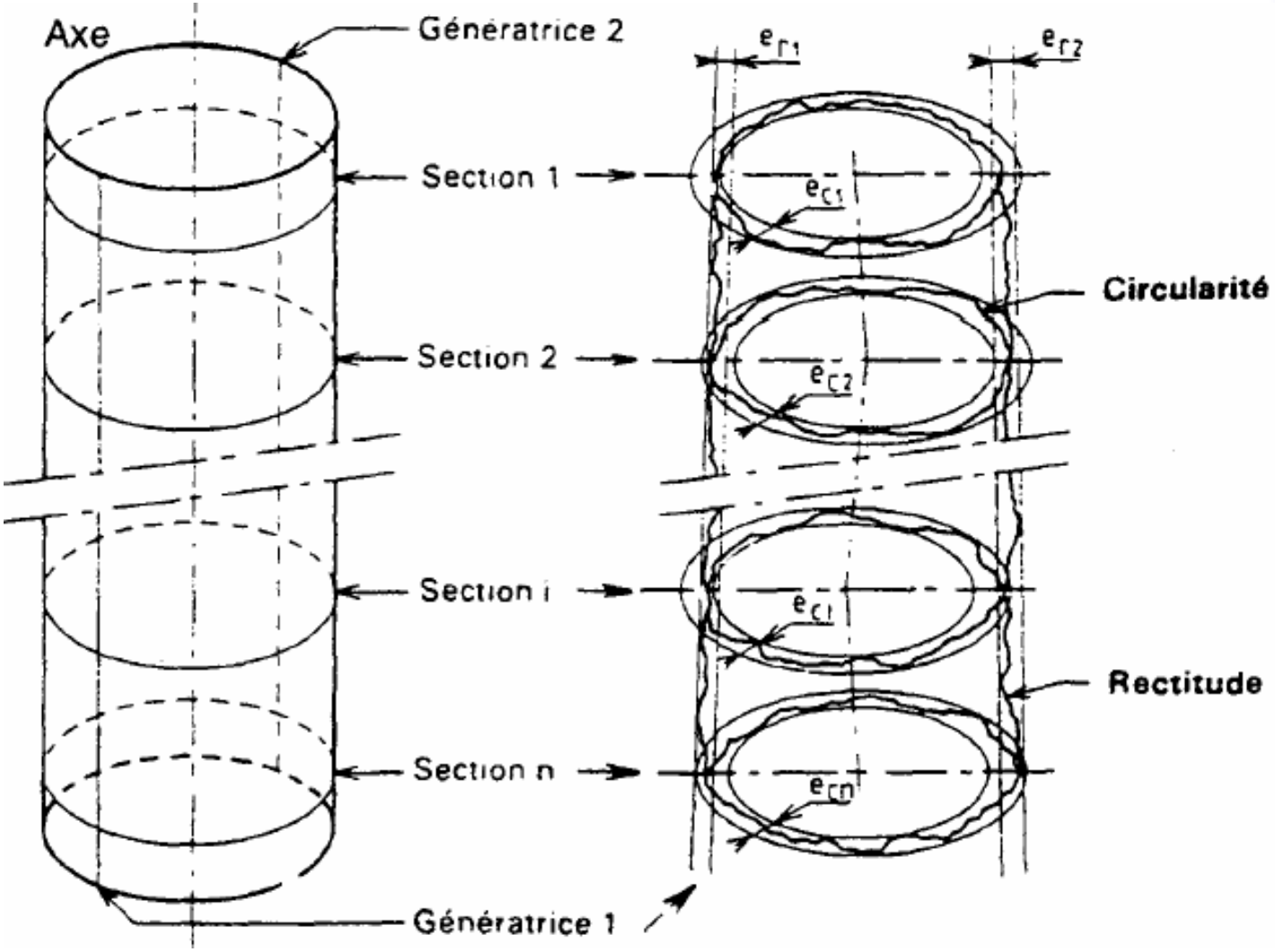
Least Squares





ANSI:	ISO:

Cylindricity استوانه ای

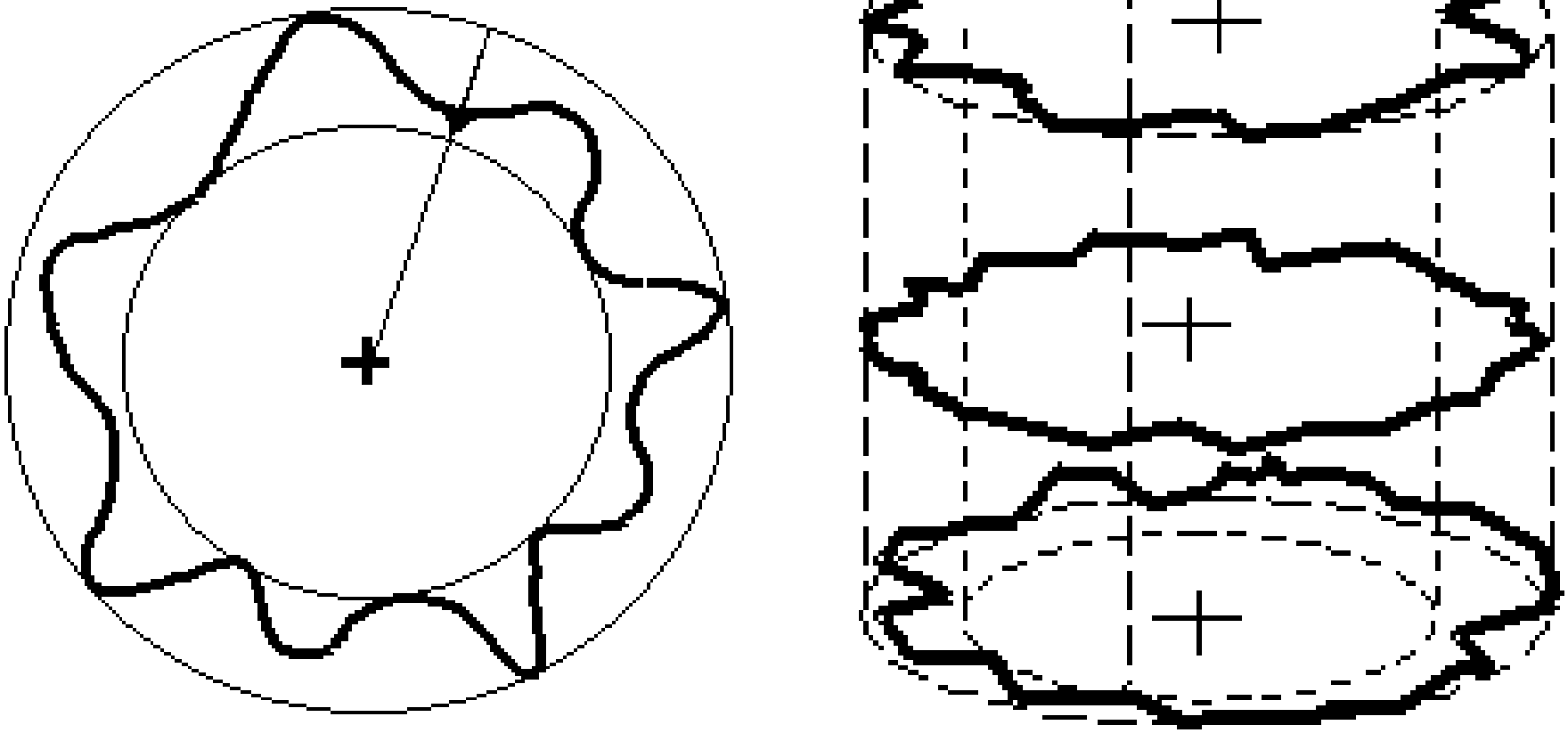


ANSI:

ISO:

Cylindricity استوانه ای

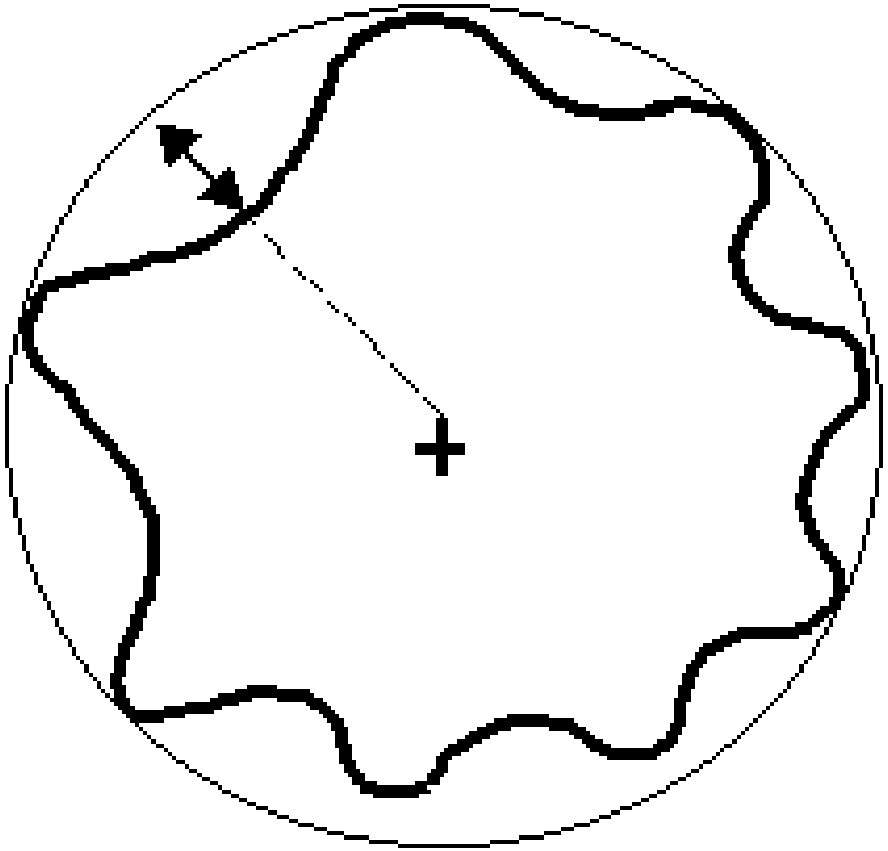
Minimum Zone

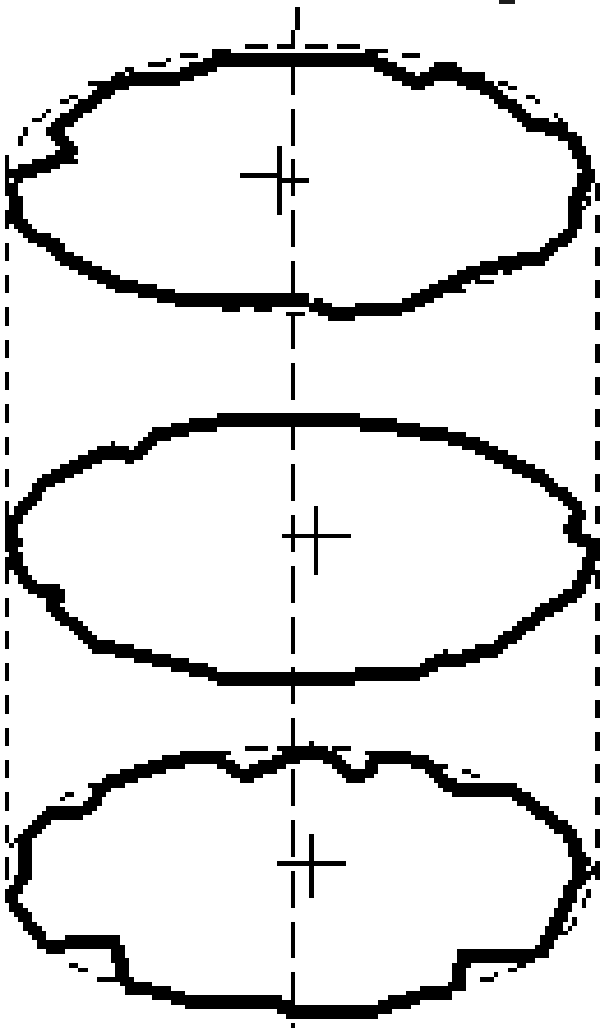


ANSI:	ISO:

Cylindricity استوانه ای

Minimum Circumscribed

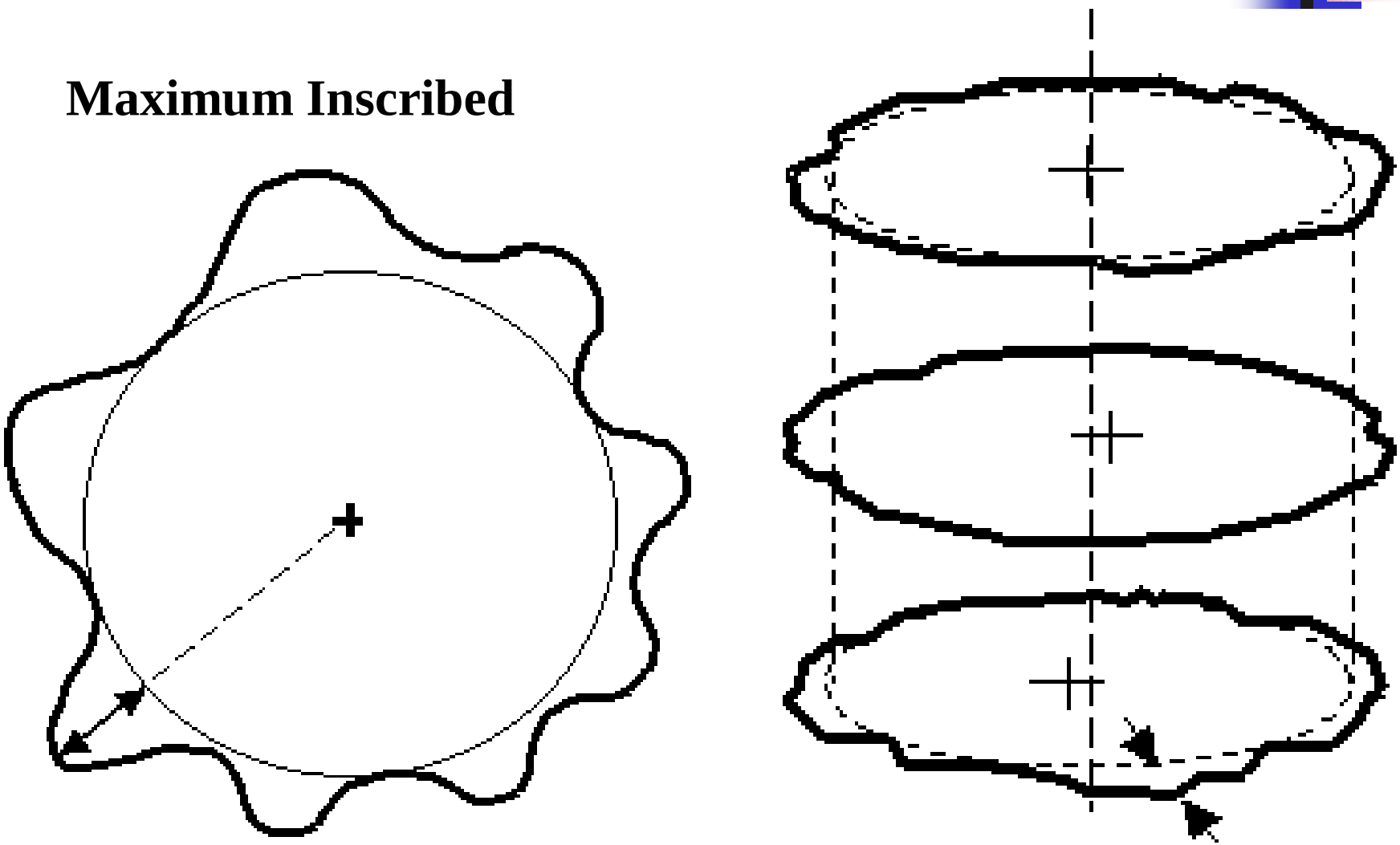




ANSI:	ISO:

Cylindricity استوانه ای

Maximum Inscribed

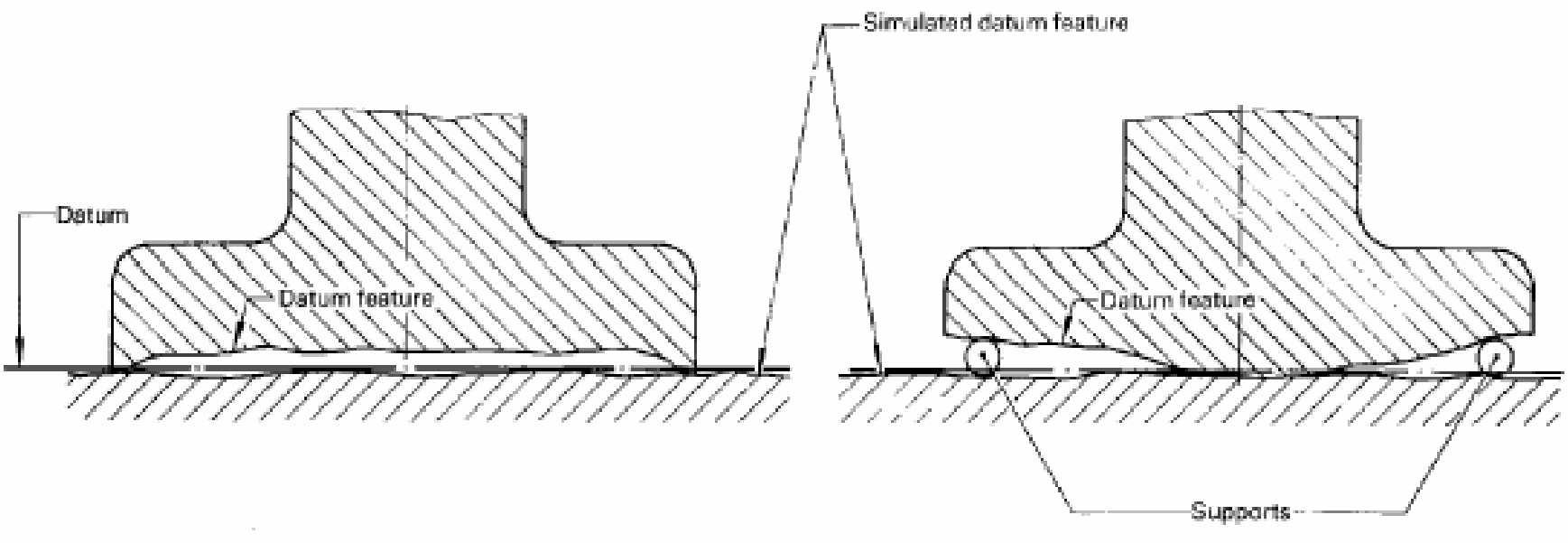


ANSI:	ISO:

Datum مبنا

- **تعریف مبنا:**
  - مبنا میتواند یک نقطه؛ یک خط؛ یک صفحه یا هر سطح هندسی دیگری باشد که از آن ابعاد اندازه گیری یا تلرانسهای هندسی نسبت به آن داده میشود
  - مبنا Datum : مبناهای نقطه, خط یا سطحی هستند که بصورت ایده آل در نقشه ها آورده میشود
  - فیچرمبنا Datum feature : فیچرهای واقعی قطعات هستند که مبناها را میسازند
  - مبنای شبیه سازی شده Simulated datum : سطوح مبناهای مراجع اندازه گیری (مثل: صفحه صافی ، گیج بلاک ، تیغه های موازی ، پین گیج ها و رینگ گیجها) که در تماس با فیچر مبنا هستند و یک نقطه, خط یا صفحه را میسازند

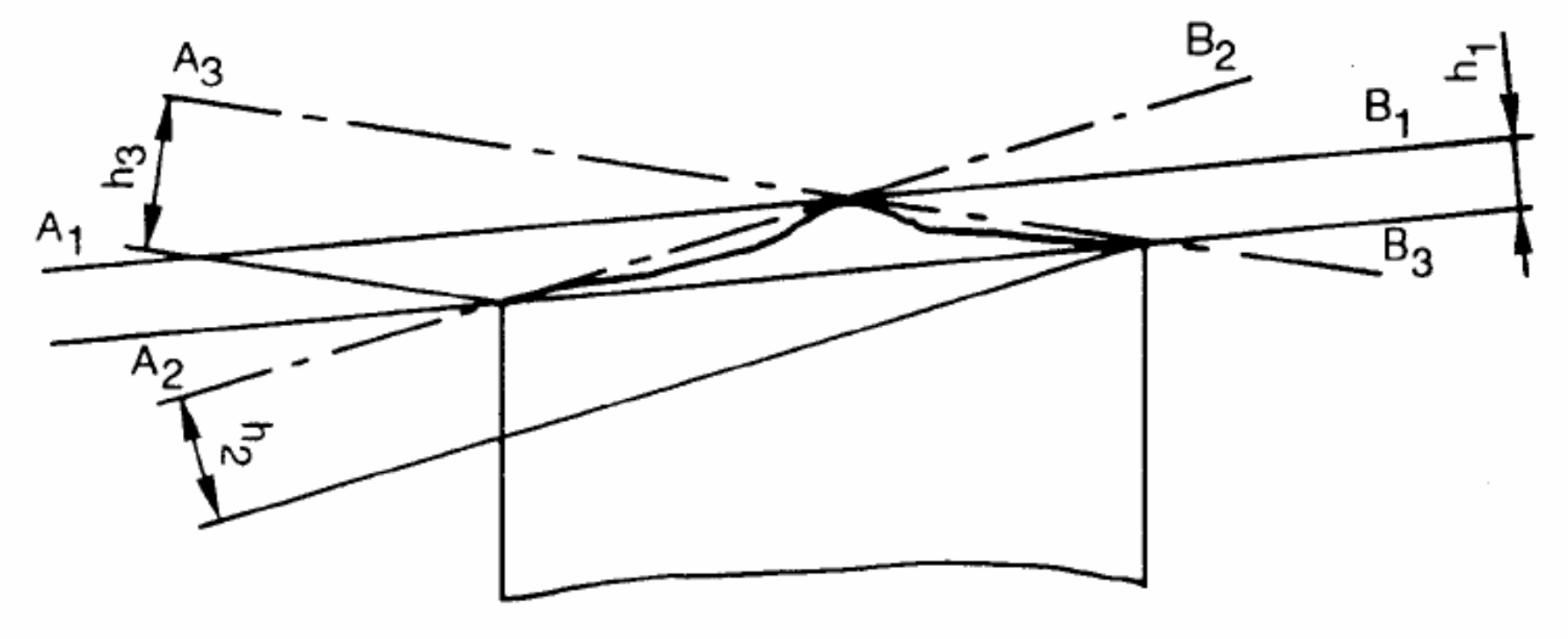
Datum مبنا



ANSI:

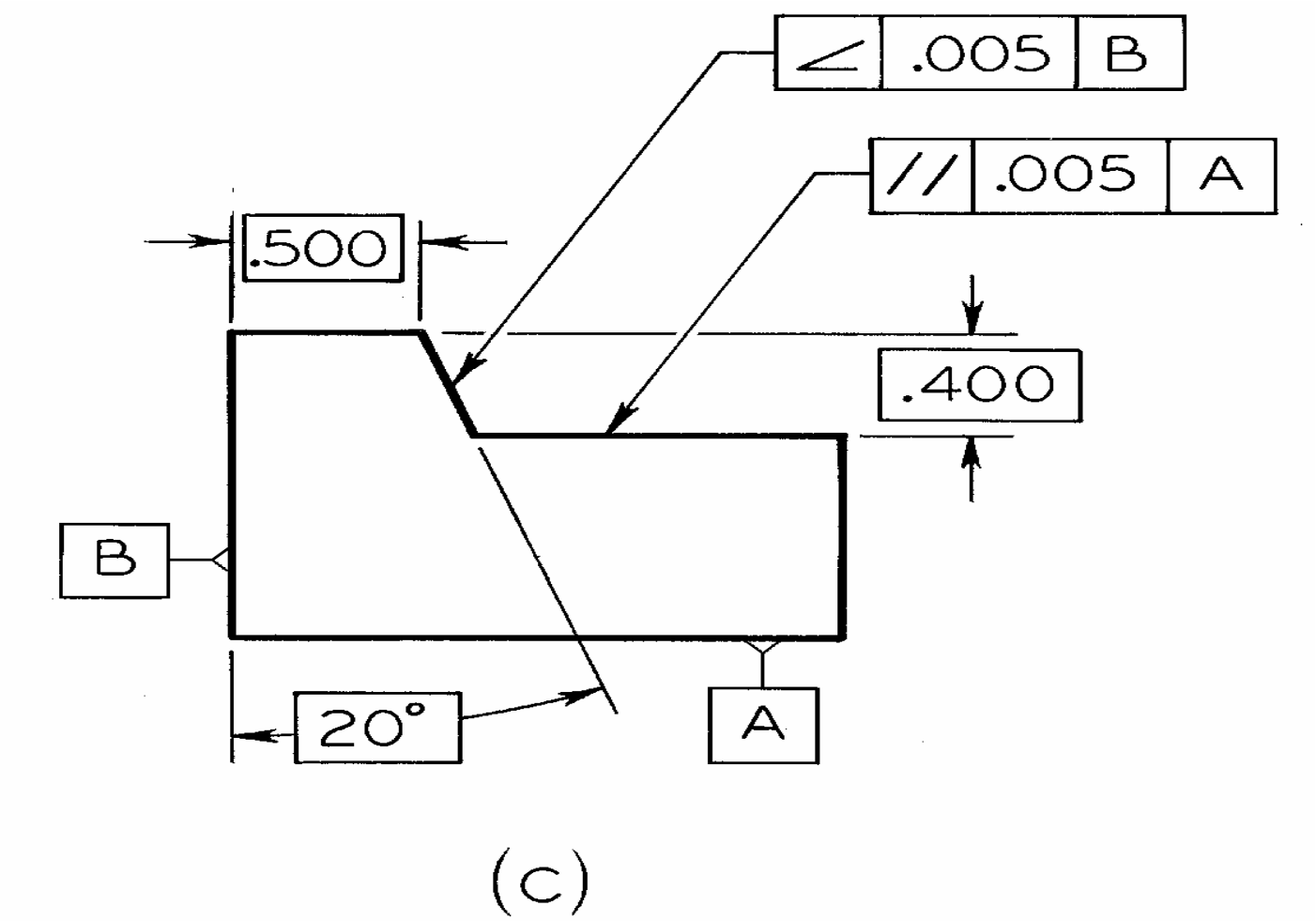
ISO:

Datum مبنا



ANSI:	ISO:

Datum مبنا



(c)

ANSI:

ISO:

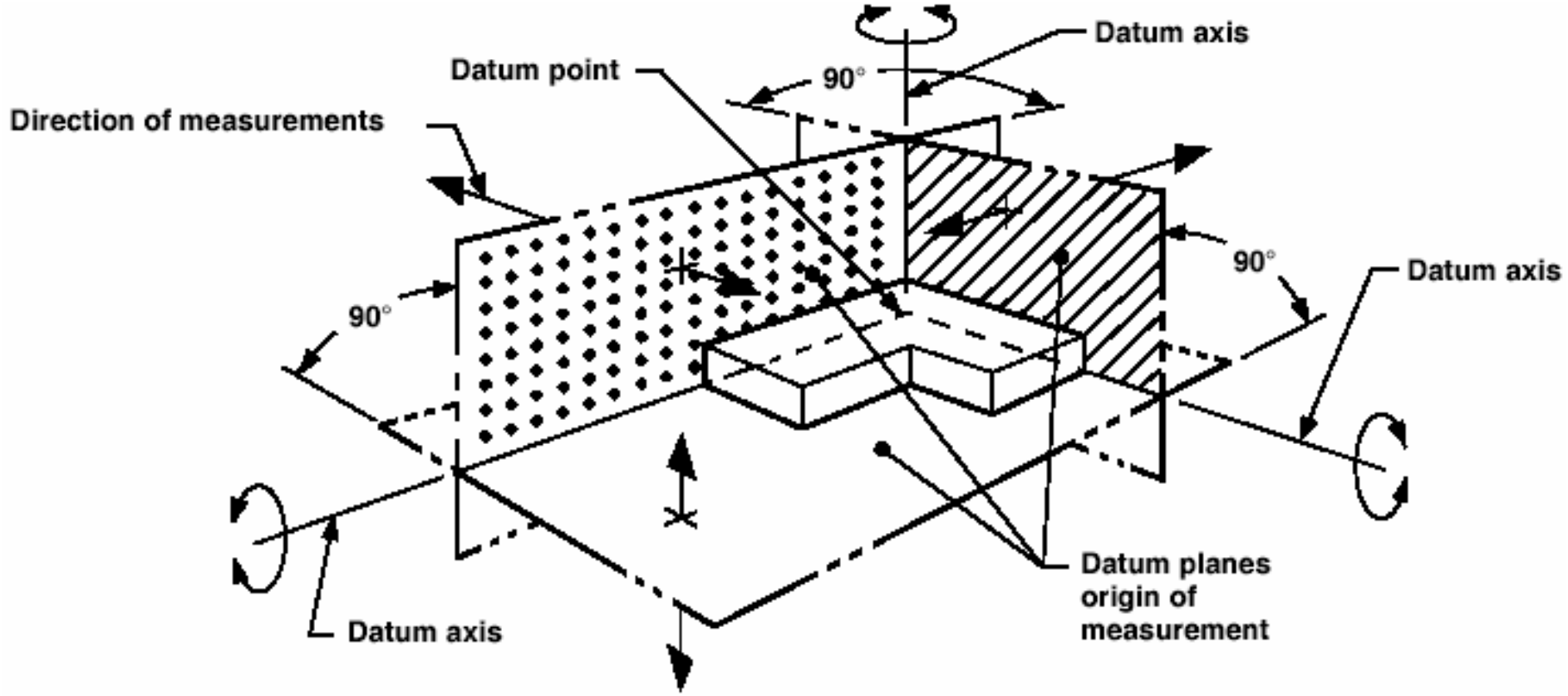
Datum مبنا

- یک قطعه در فضا ۶ درجه آزادی دارد
- **هر نقطه از سطح قطعه یک درجه آزادی را مهار مینماید**
  - اولین مبنا در قطعات غیر دوار با ۳ نقطه تماس ۳ درجه آزادی را مهار میکند و نقش Support را دارد
  - دومین مبنا در قطعات غیر دوار با ۲ نقطه تماس ۲ درجه آزادی را مهار میکند و نقش Align را دارد
  - سومین مبنا در قطعات غیر دوار با ۱ نقطه تماس ۱ درجه آزادی را مهار میکند و نقش Stop را دارد
- همیشه نیاز به ۳ مبنا در تلرانسهای هندسی وجود ندارد ، گاهی نیز با یک مبنا یا با ۲ مبنا (قطعات دوار) کار انجام میشود و بستگی به عملکرد قطعه و فیچرهای قطعه در مونتاژ دارد

Datum مبنا

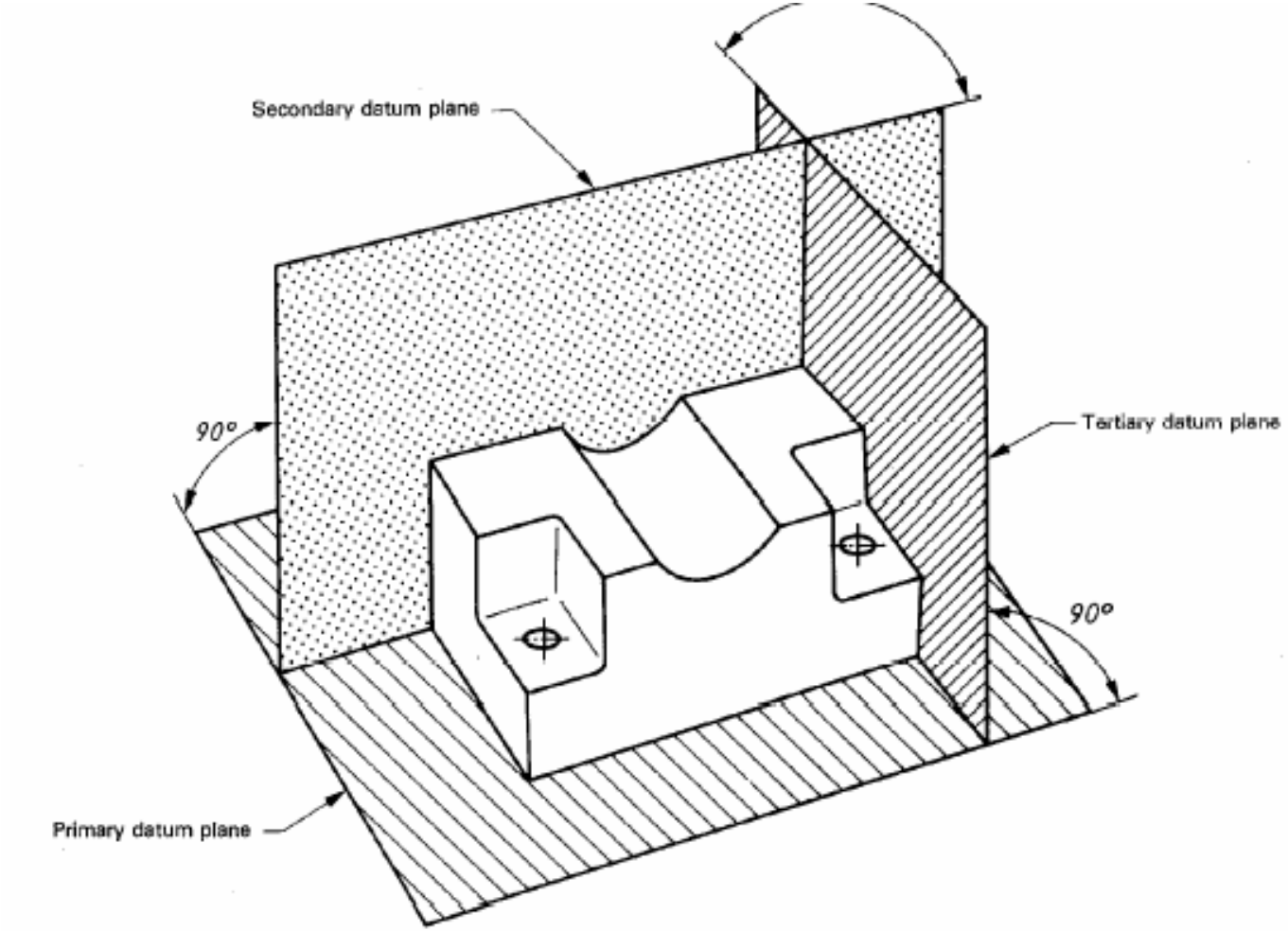
- **سیستم سه صفحه ای (قطعات غیر دوار):**
  - در سیستم سه صفحه ای براحتی میتوان موقعیت هر فیچری را تعیین نمود
  - در سیستم سه صفحه ای با اعمال سه صفحه مبنا تمامی ۶ درجه آزادی آن مهار شده و قطعه فیکس میشود
    - اولین مبنا با ۳ نقطه تماس ۳ درجه آزادی را مهار میکند
    - دومین مبنا با ۲ نقطه تماس ۲ درجه آزادی را مهار میکند
    - سومین مبنا با ۱ نقطه تماس ۱ درجه آزادی را مهار میکند
- **قطعات دوار:**
  - از سیستم سه صفحه ای برای قطعات دوار نمیتوان استفاده نمود و باید از طریق پین راهنما یا خار یا ... درجات آزادی قطعه را محدود نمود
  - توسط سه نظام ۴ درجه آزادی یک قطعه دوار مهار میشود

Datum مبنا



ANSI:	ISO:

Datum مبنا



ANSI:	ISO:

Datum مبنا

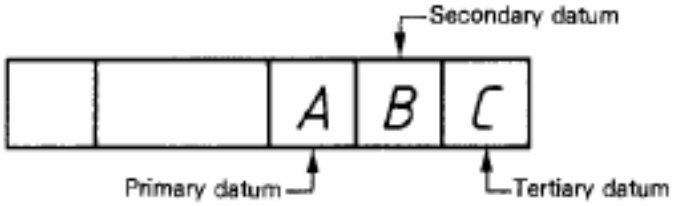
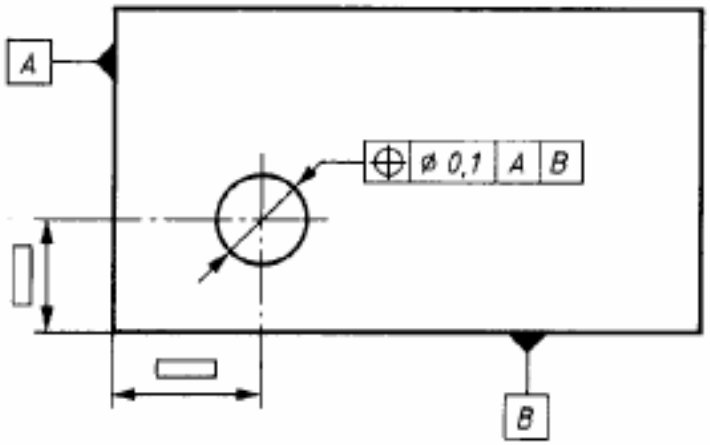
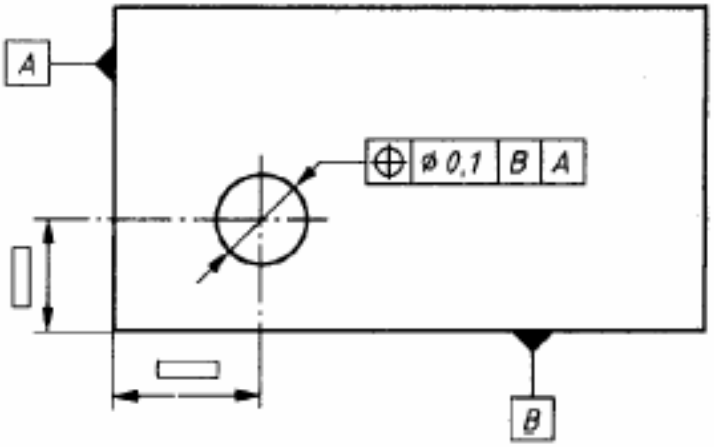


Figure 31

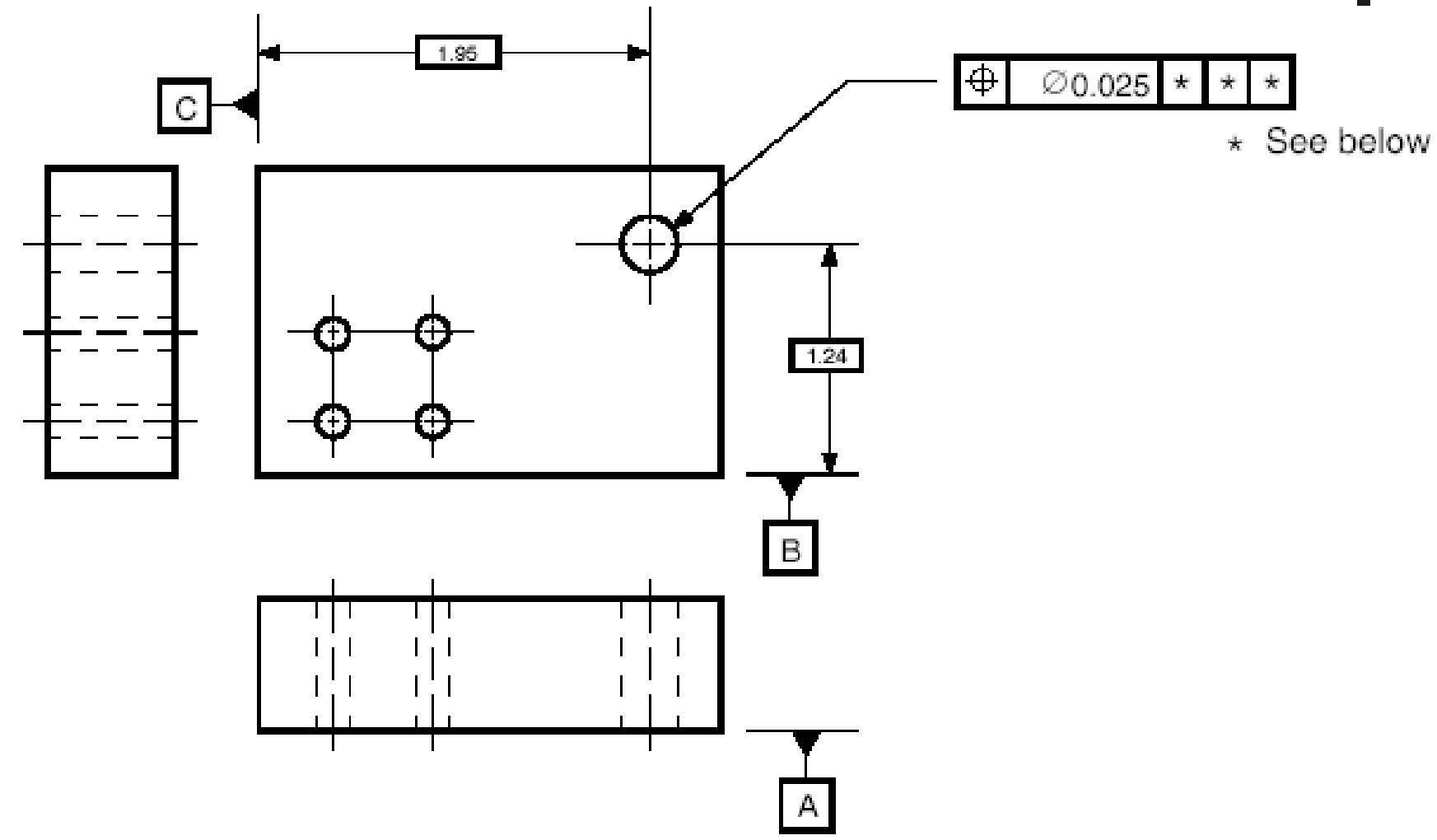
Indication on the drawing





ANSI:	ISO:

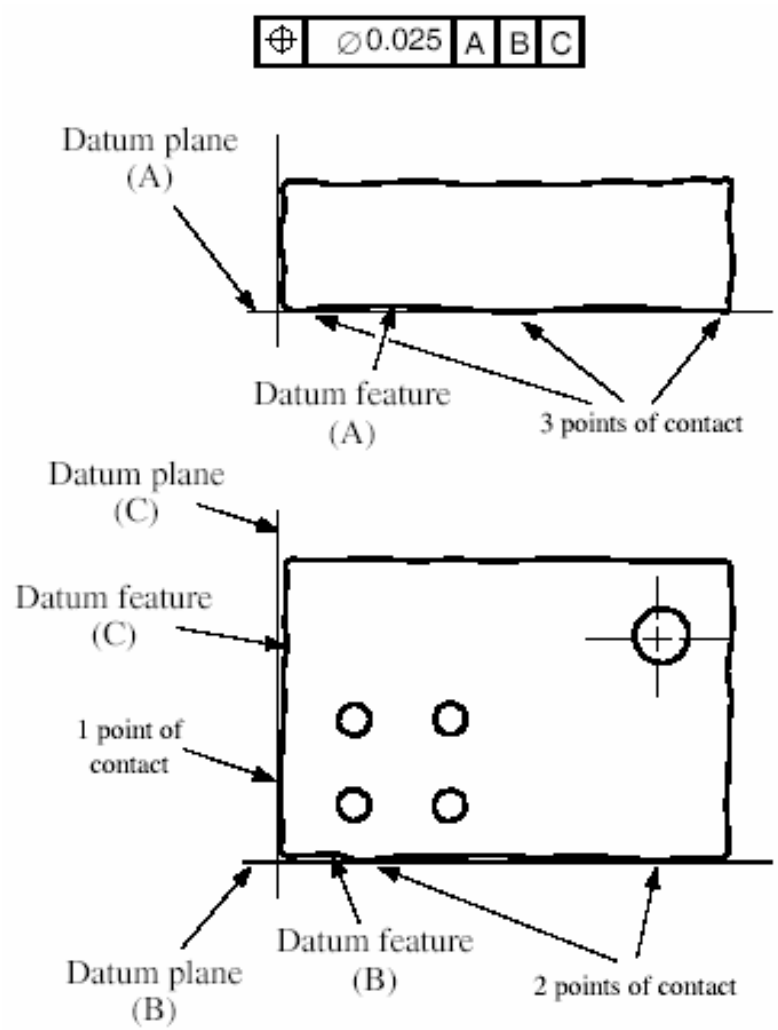
Datum مبنا

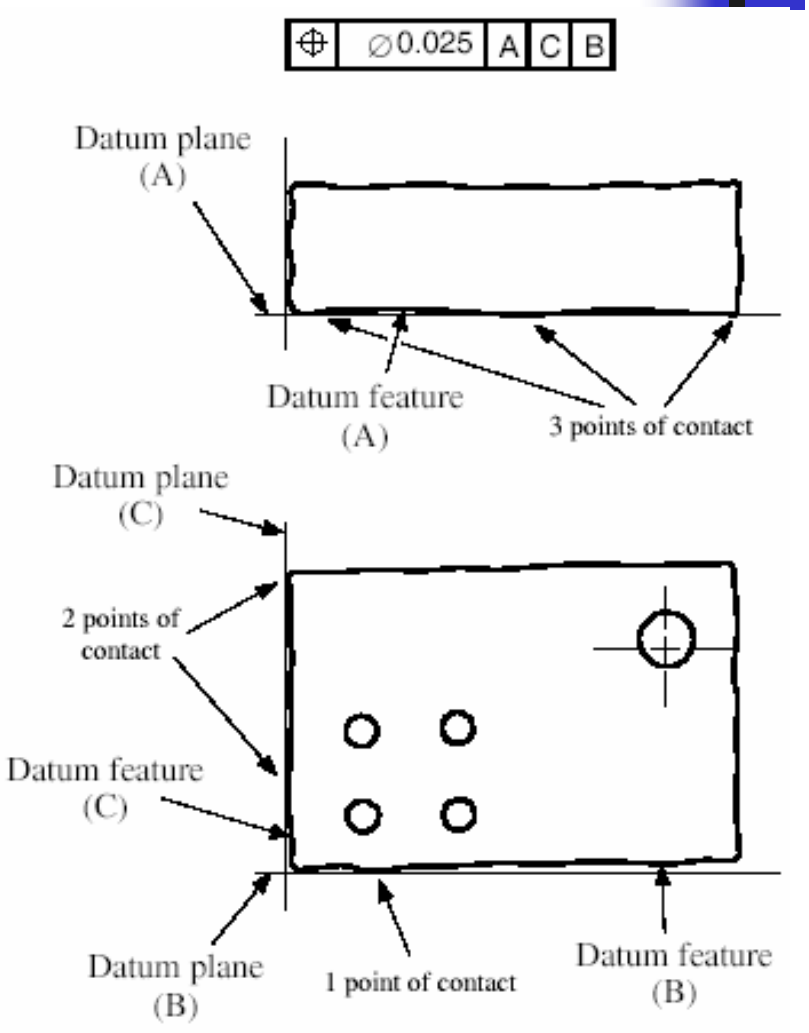


ANSI:

ISO:

Datum مبنا

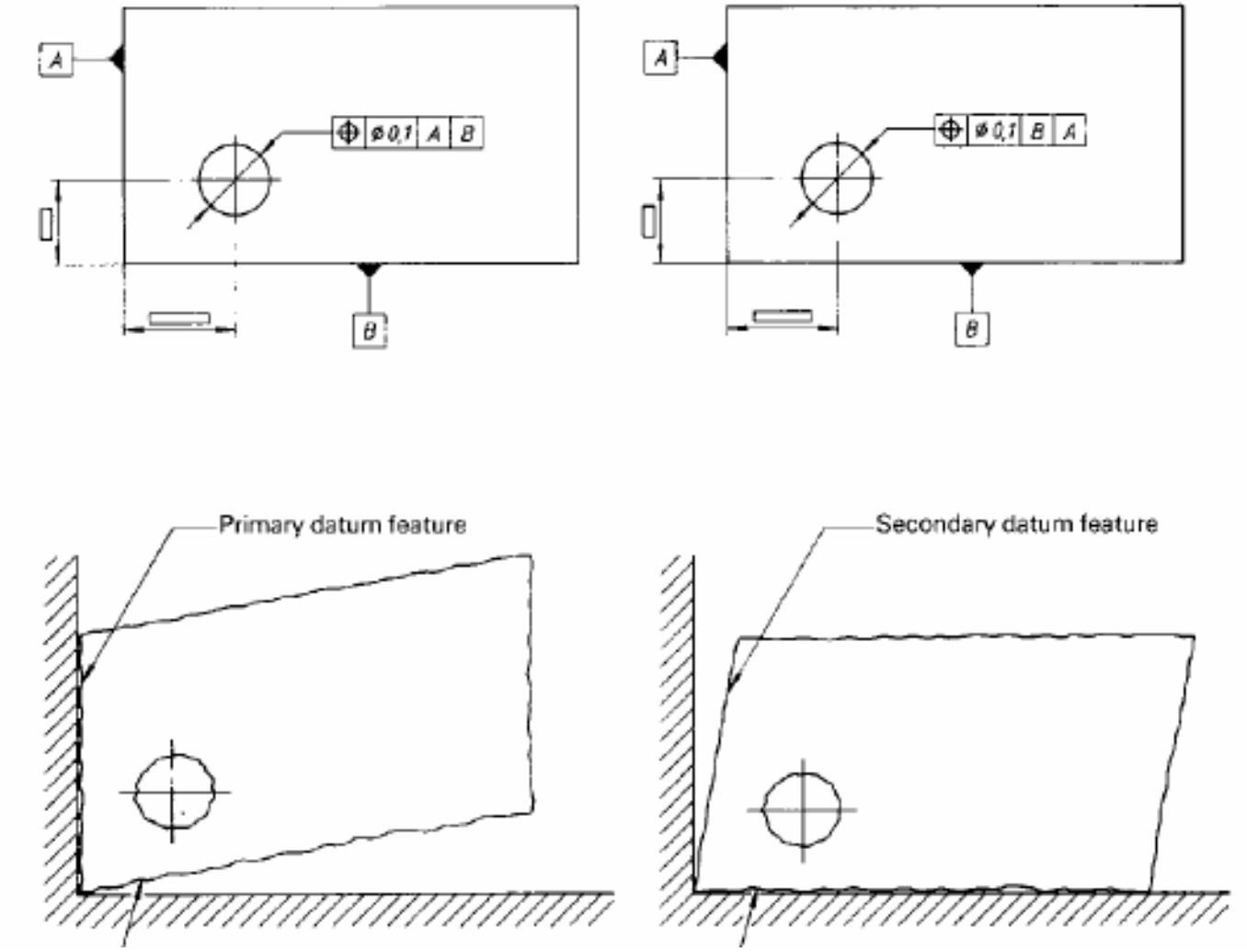




ANSI:

ISO:

Datum مبنا

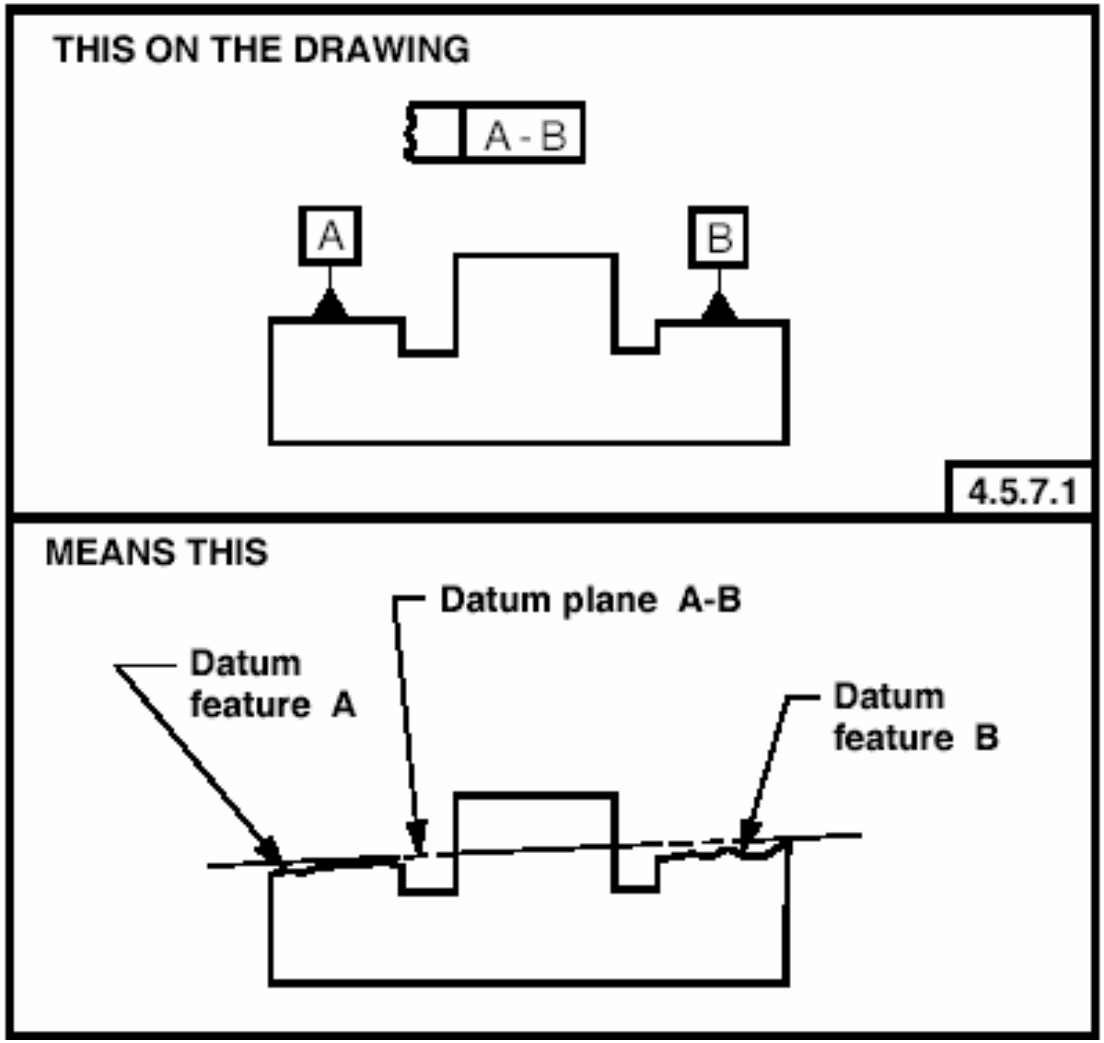


ANSI:	ISO:

Datum مبنا

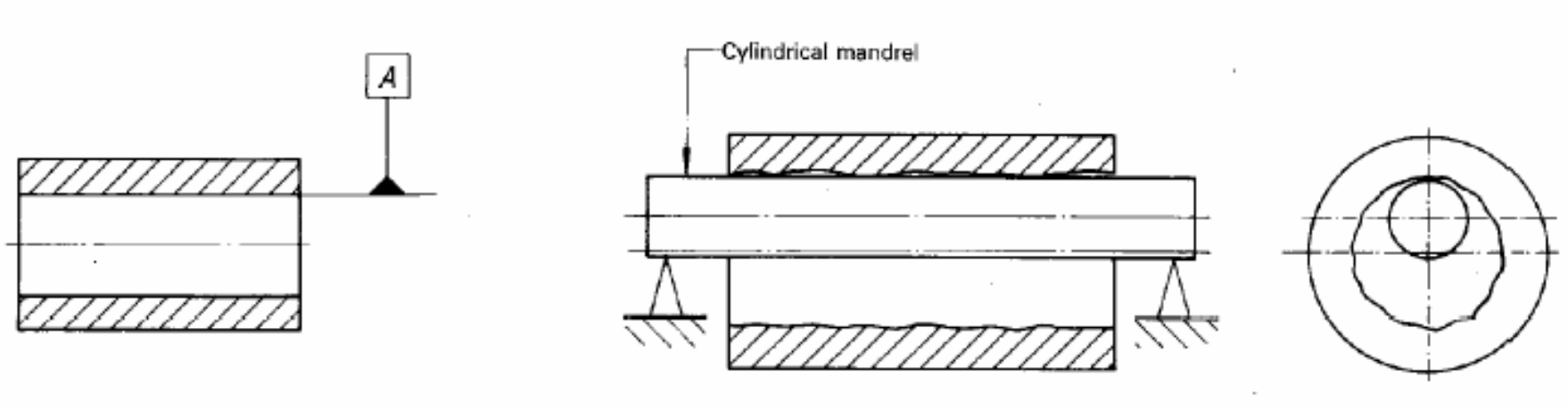
- **نحوه مبنا گذاری روی نقشه:**
  - علامت مبنا
  - ترتیب مبناها
  - یک قطعه میتواند یک مبنا داشته باشد
  - مبنای مشترک
  - سطح استوانه مبنا
  - محور استوانه مبنا
  - مرکز کره مبنا
  - مبناهای جزئی Partial Datum

Datum مبنا



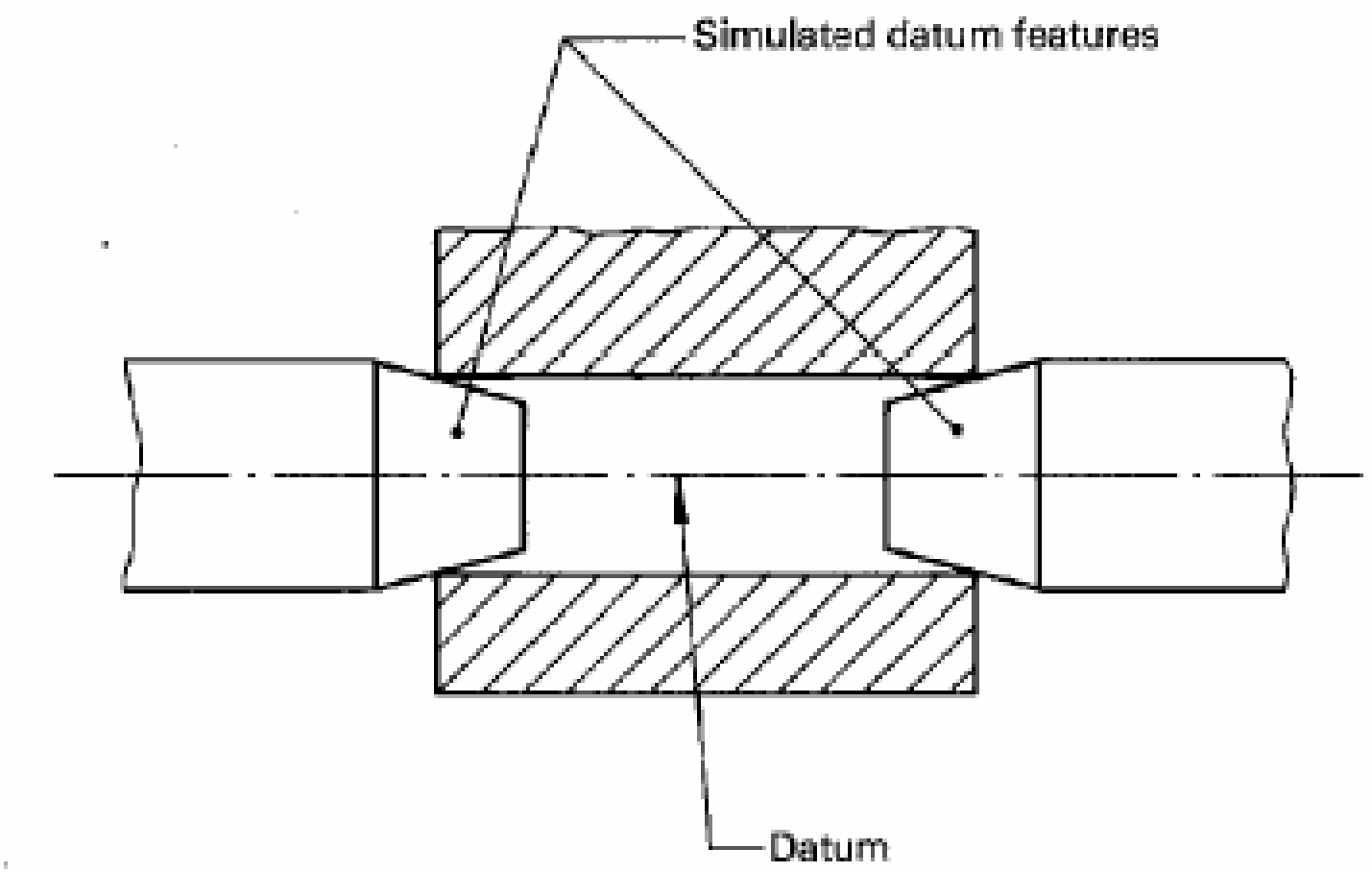
ANSI:	ISO:

Datum مبنا



ANSI:	ISO:

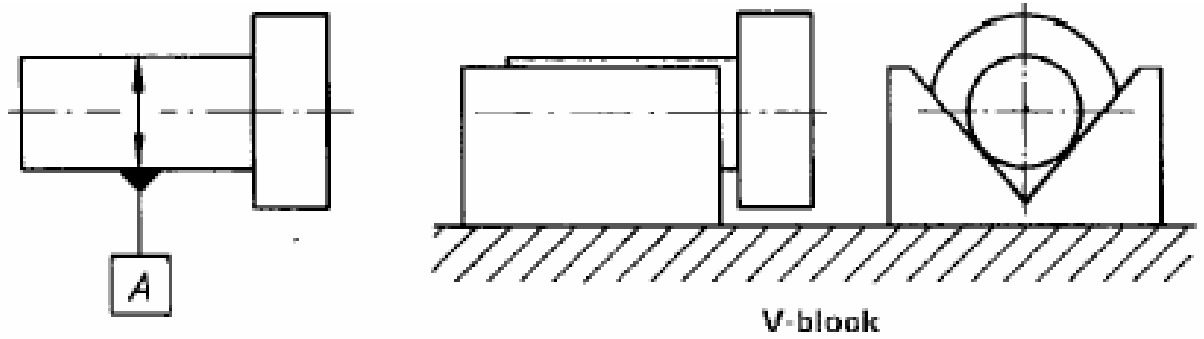
Datum مبنا

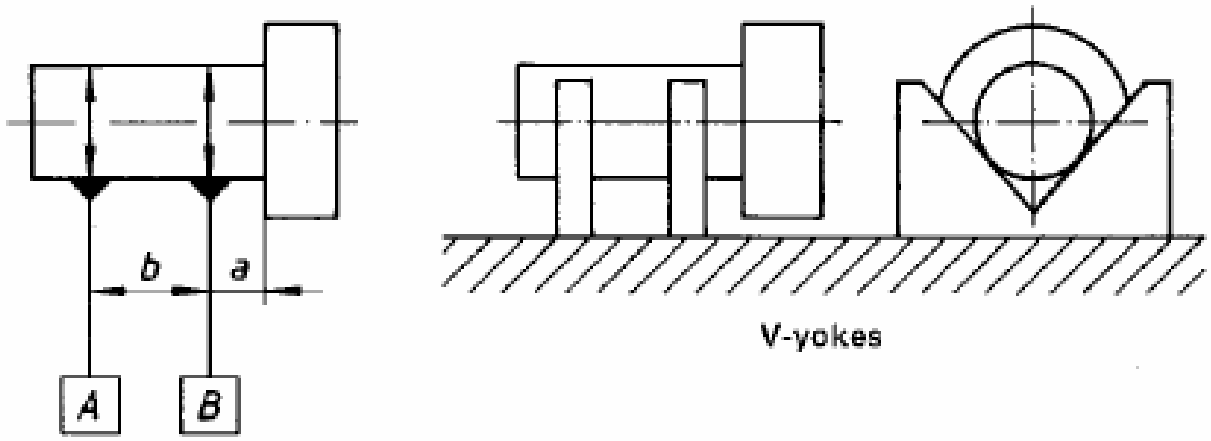


ANSI:

ISO:

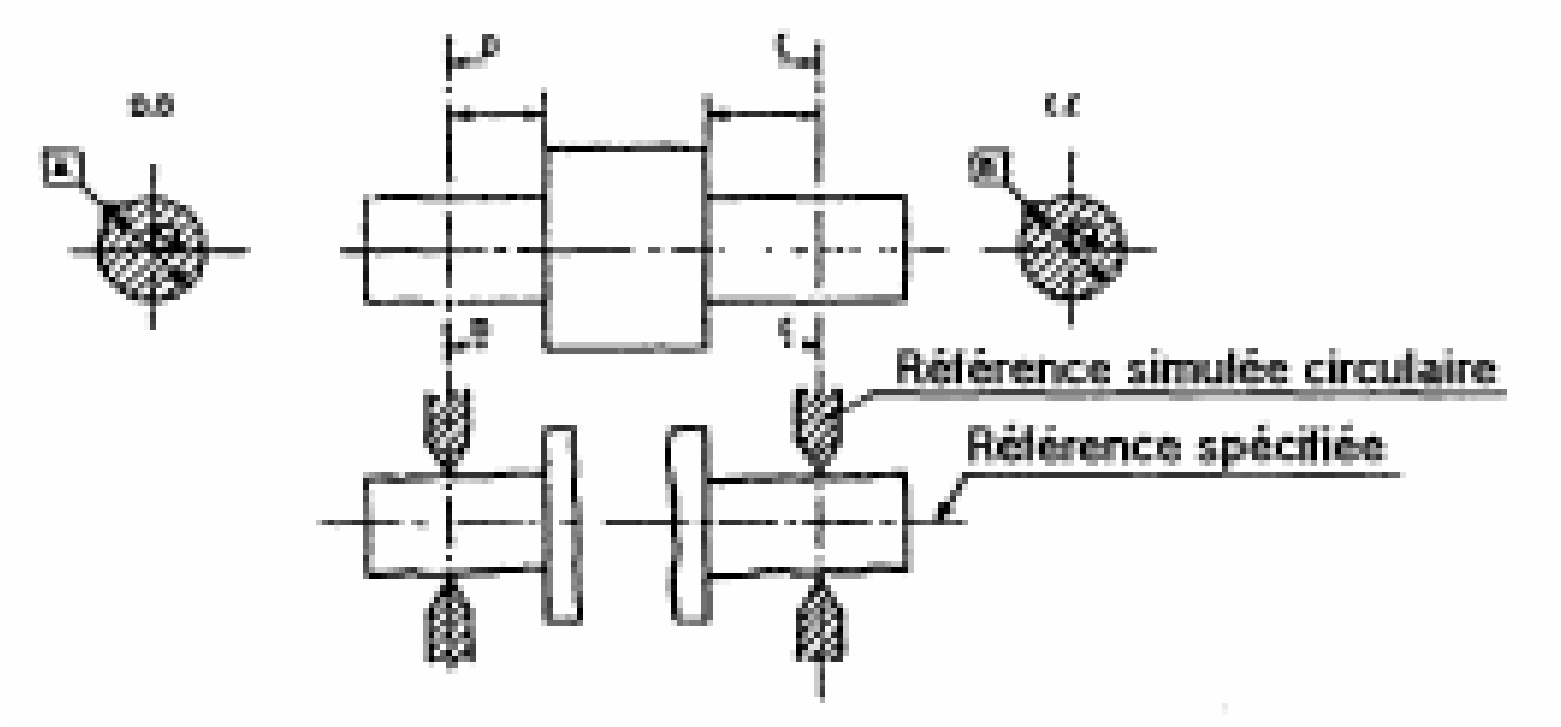
Datum مبنا





ANSI:	ISO:

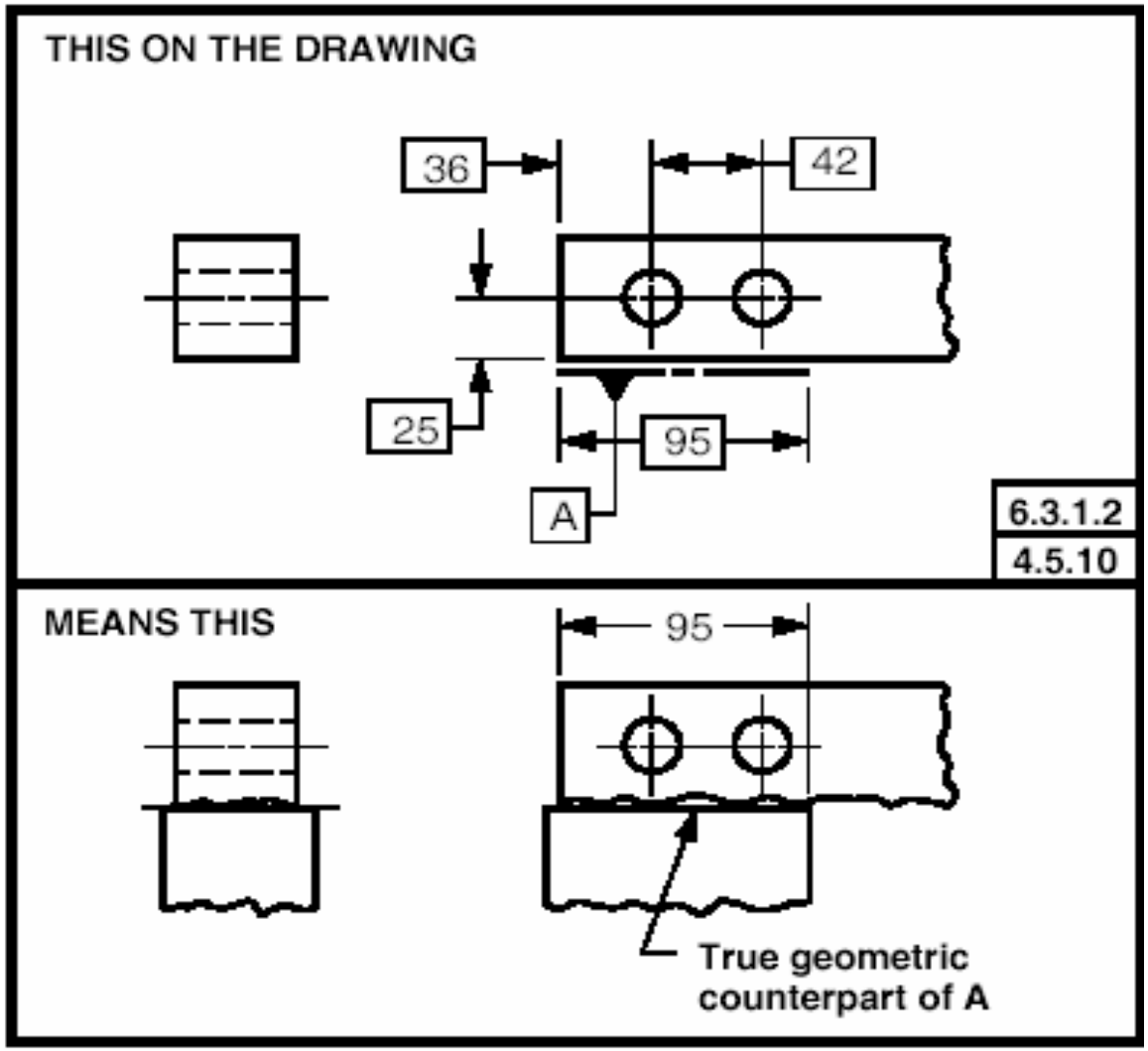
Datum مبنا



ANSI:

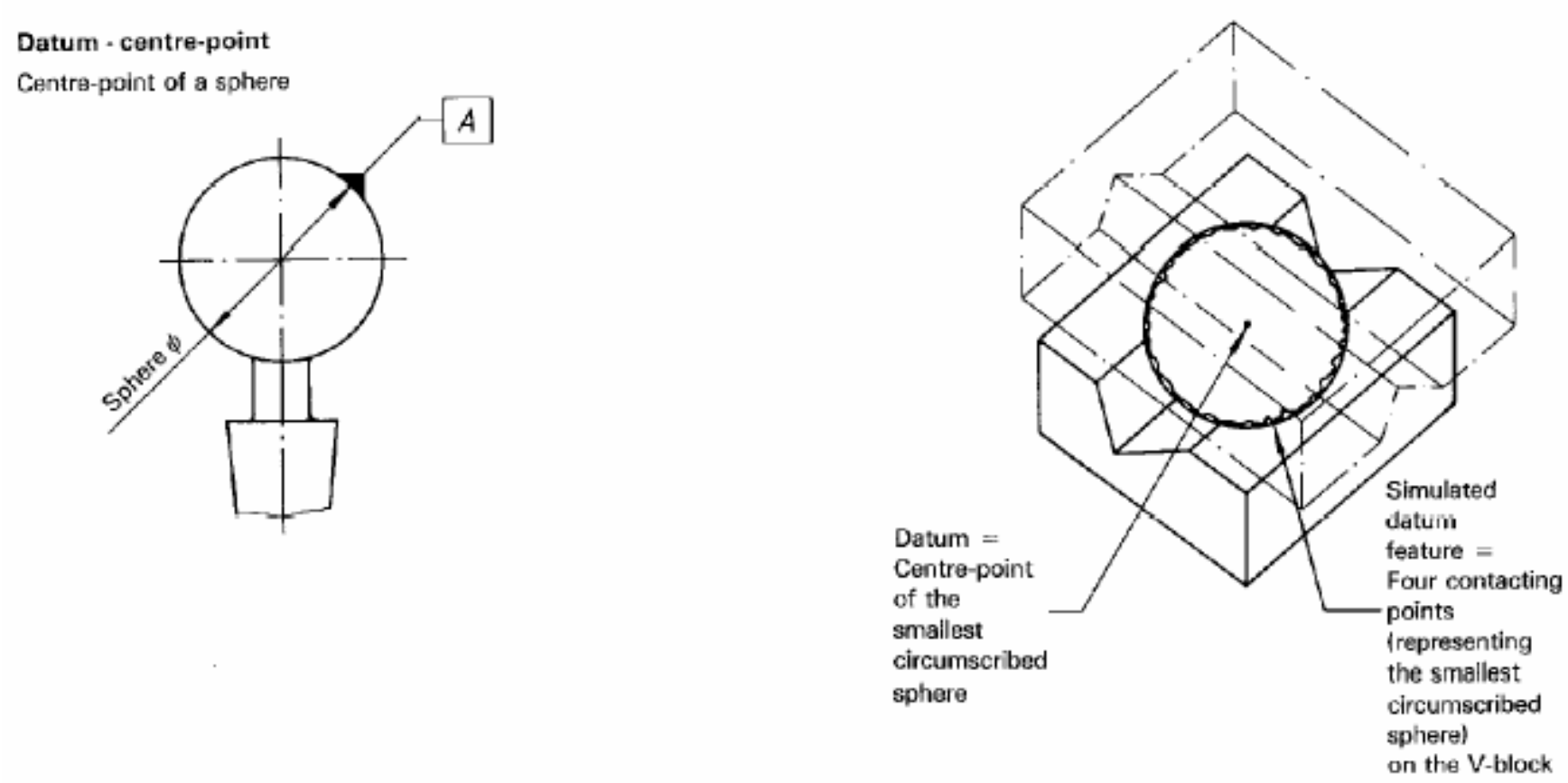
ISO:

Datum مبنا



ANSI:	ISO:

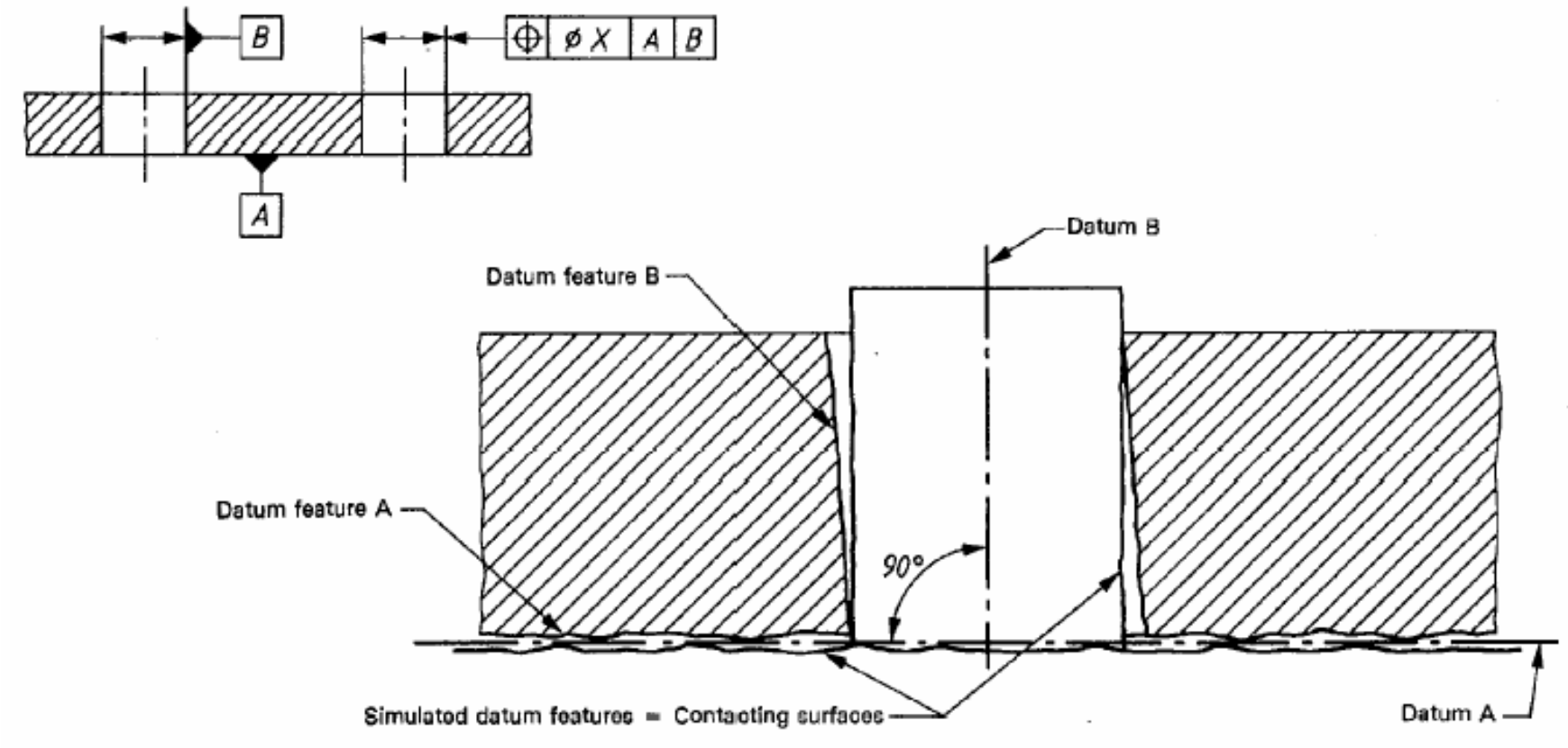
Datum مبنا



ANSI:

ISO:

Datum مبنا



ANSI:	ISO:

Datum مبنا

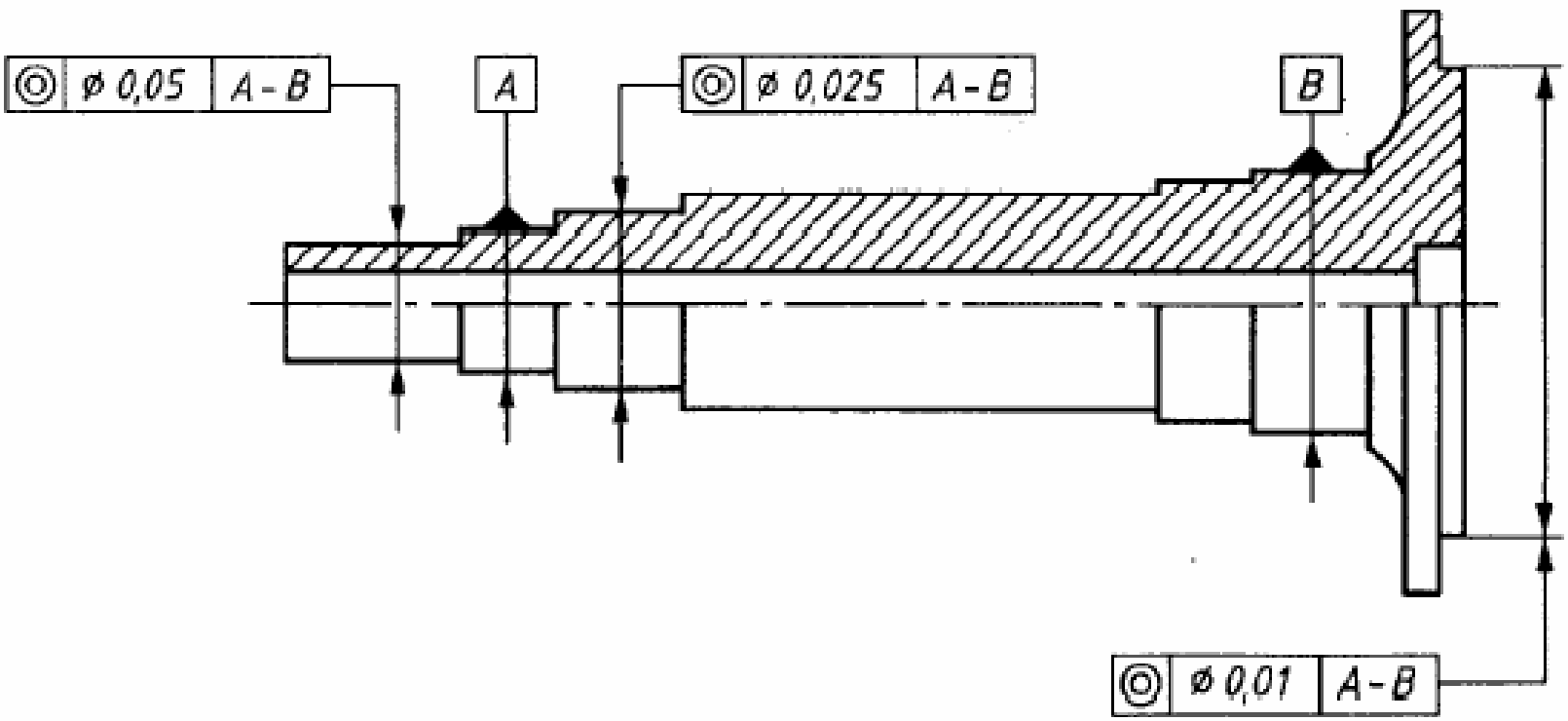
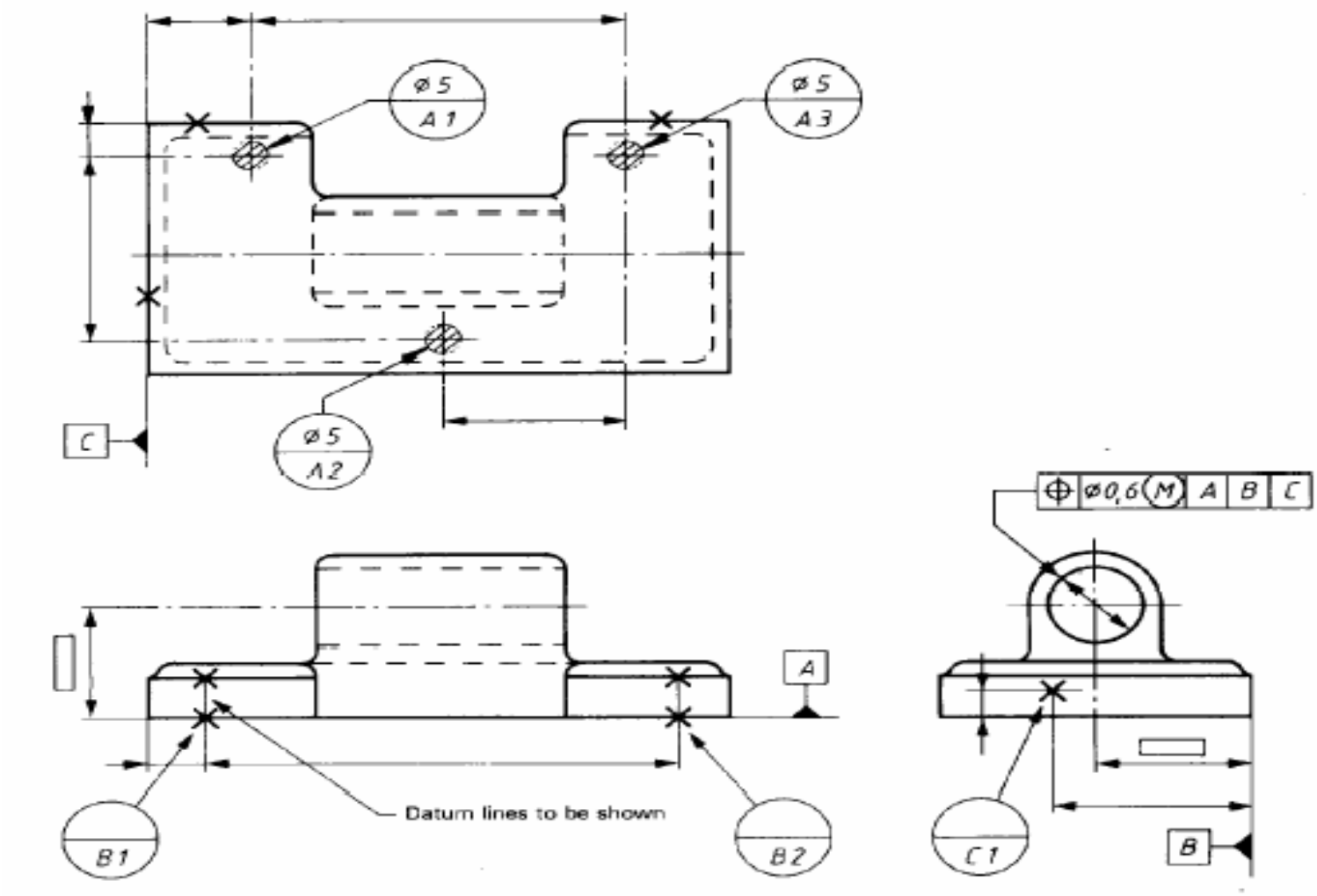


Figure 30

ANSI:

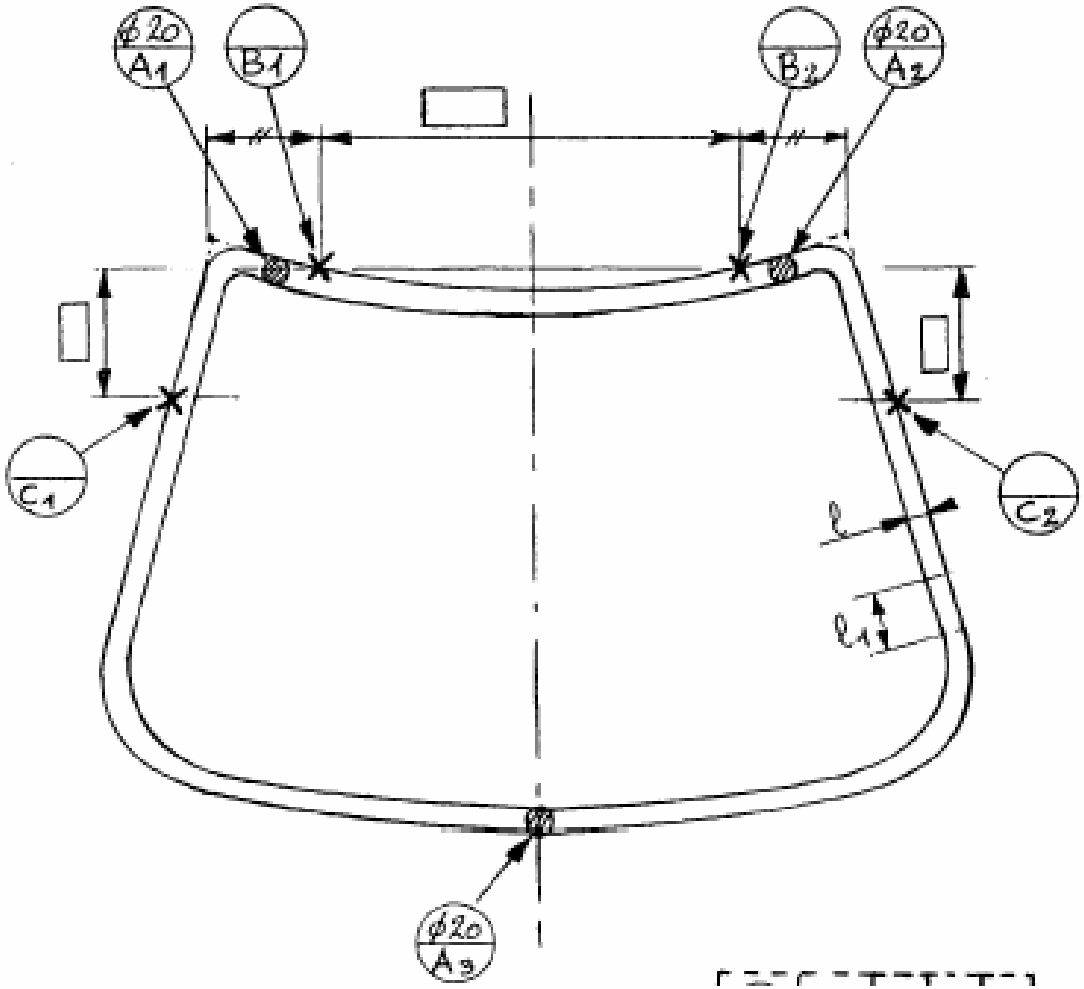
ISO:

Datum مبنا



ANSI:	ISO:

Datum مبنا



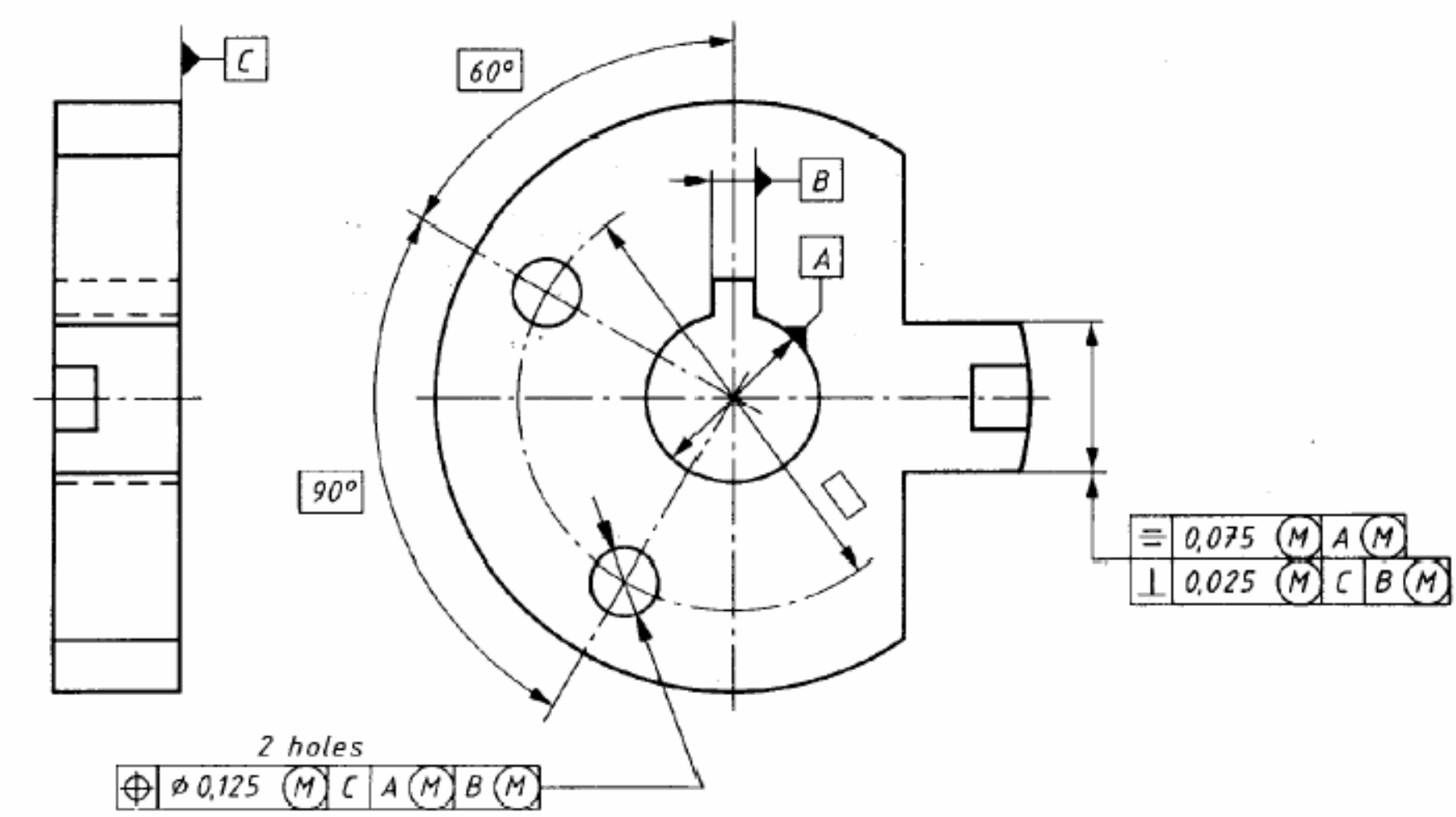
ANSI:	ISO:

Datum مبنا

- **مبنا در ماکزیمم ماده:**
  - مونتاژ اصل است
  - لقی تحت کنترل نیست (بعداز مونتاژ قطعه لق بود مهم نیست)
  - براده برداری آسان است

قطعه با مبنا در ماکزیمم ماده آسانتر و ارزانتر تولید میشود

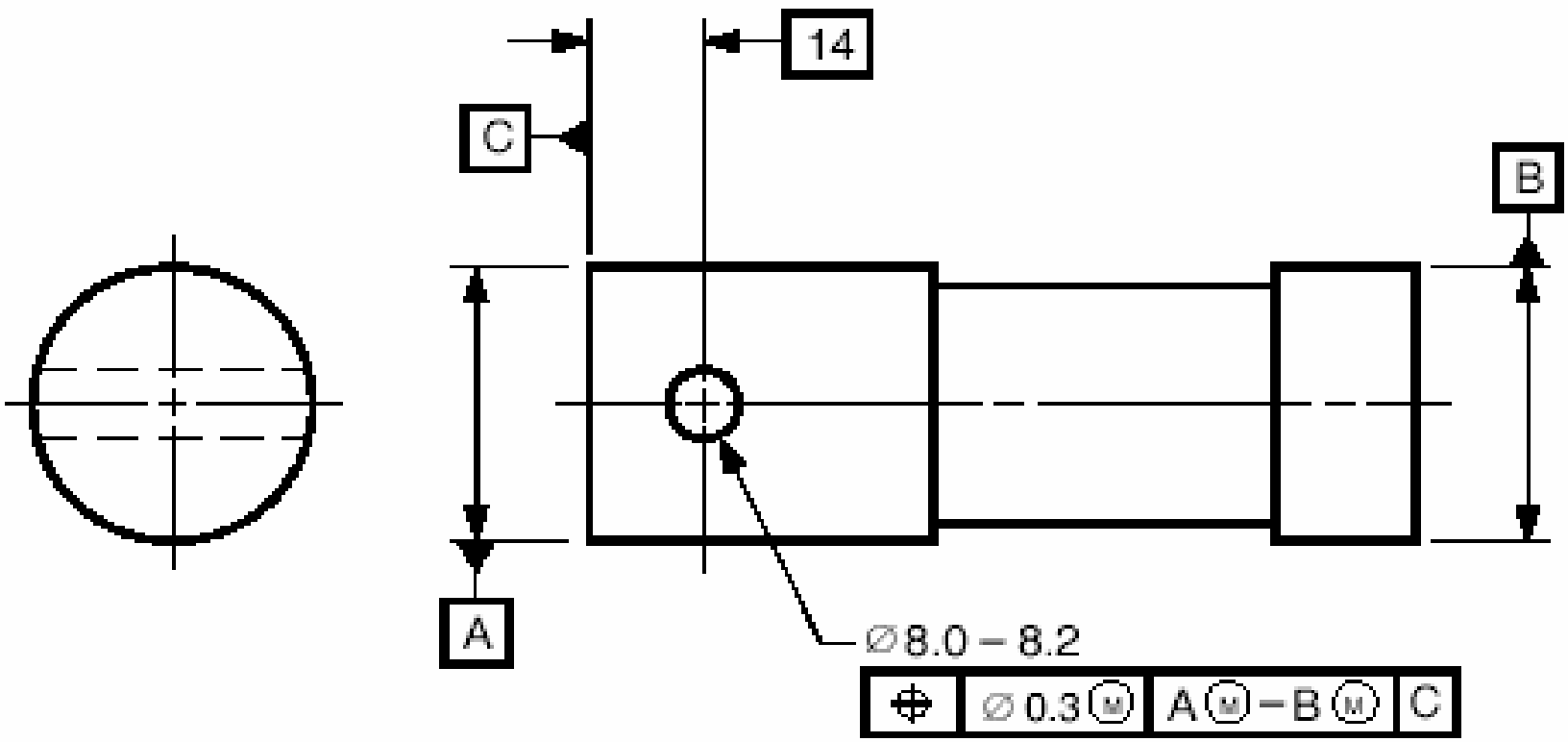
Datum مبنا



ANSI:

ISO:

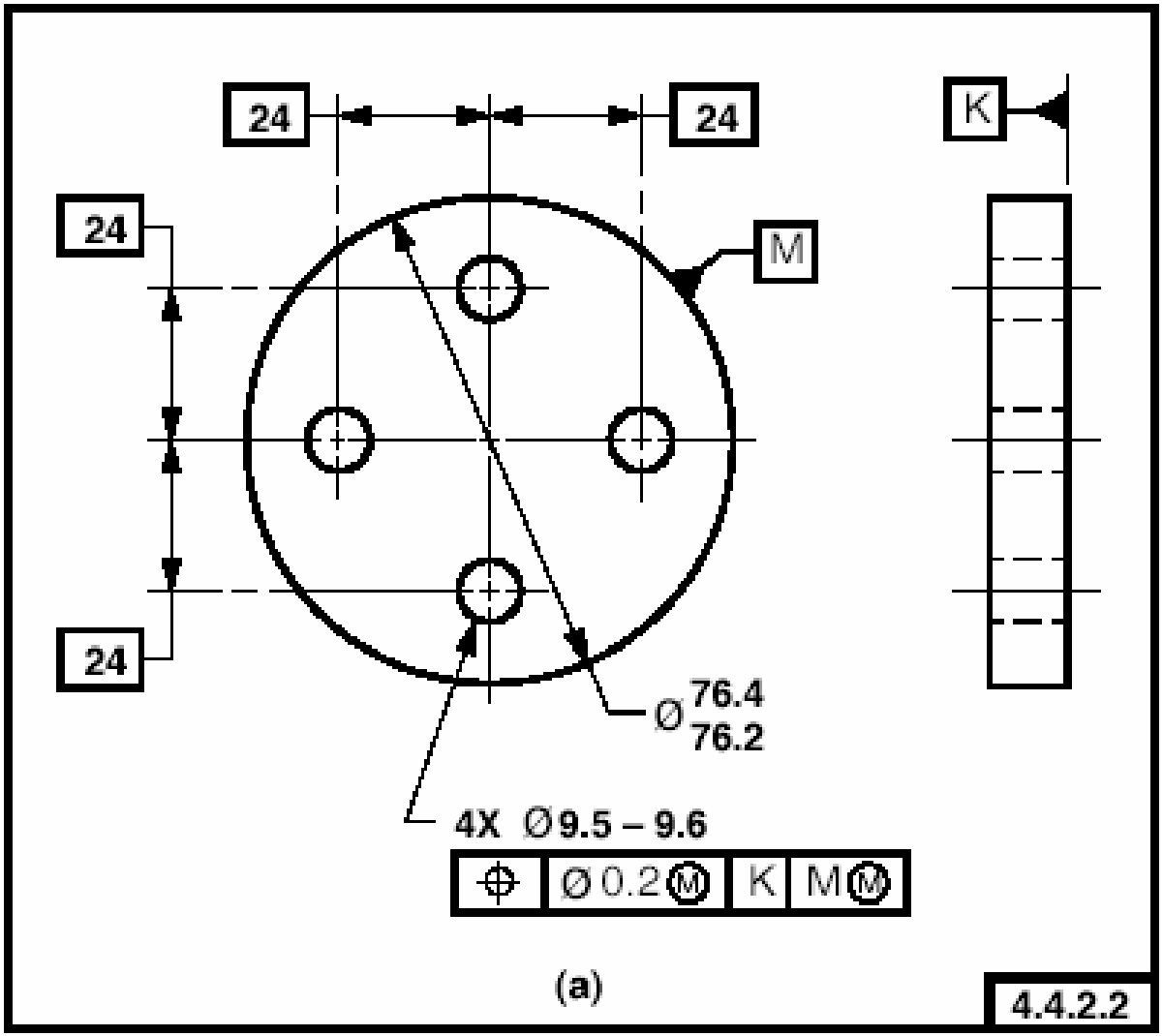
Datum مبنا



ANSI:

ISO:

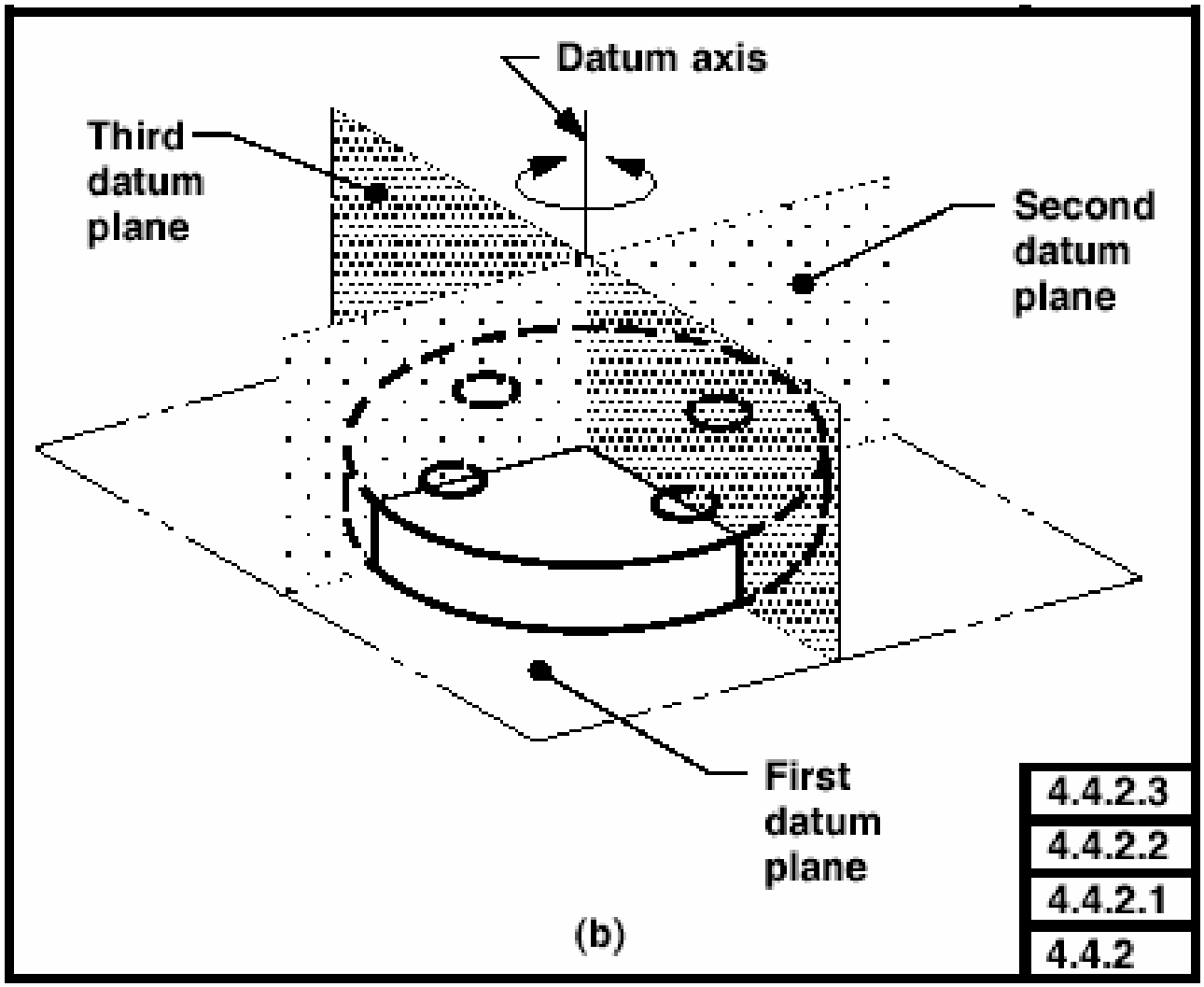
Datum مبنا



ANSI:

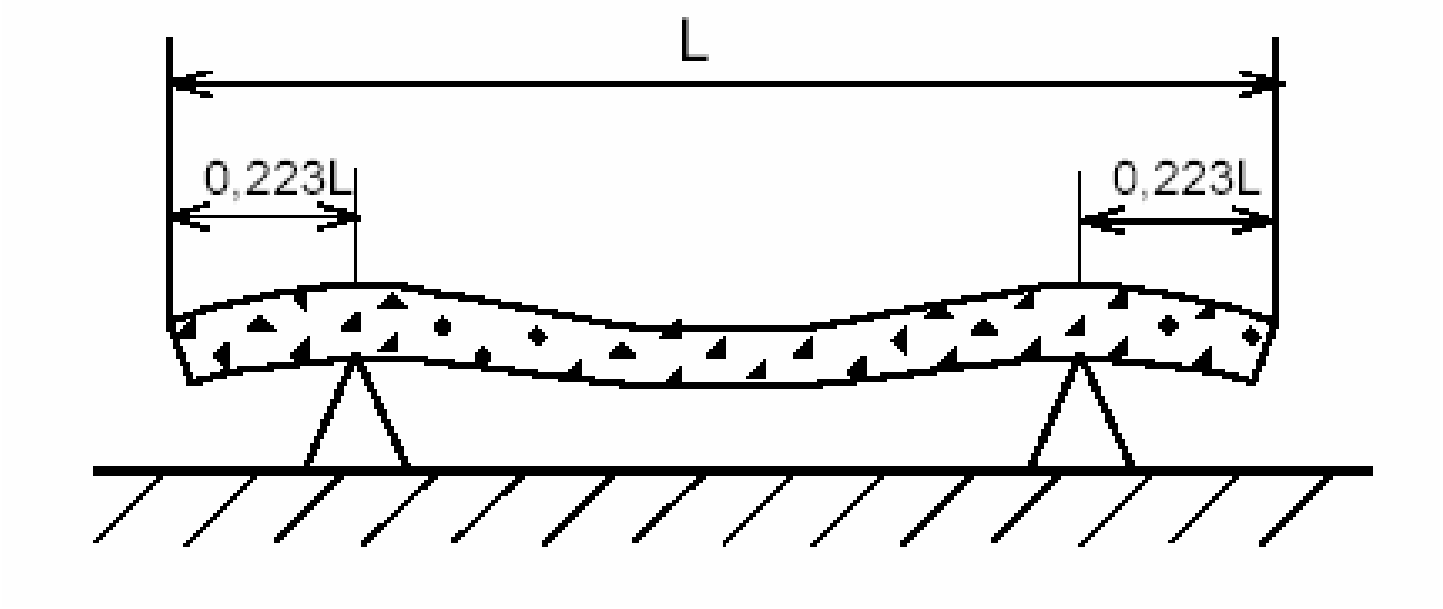
ISO:

Datum مبنا



ANSI:	ISO:

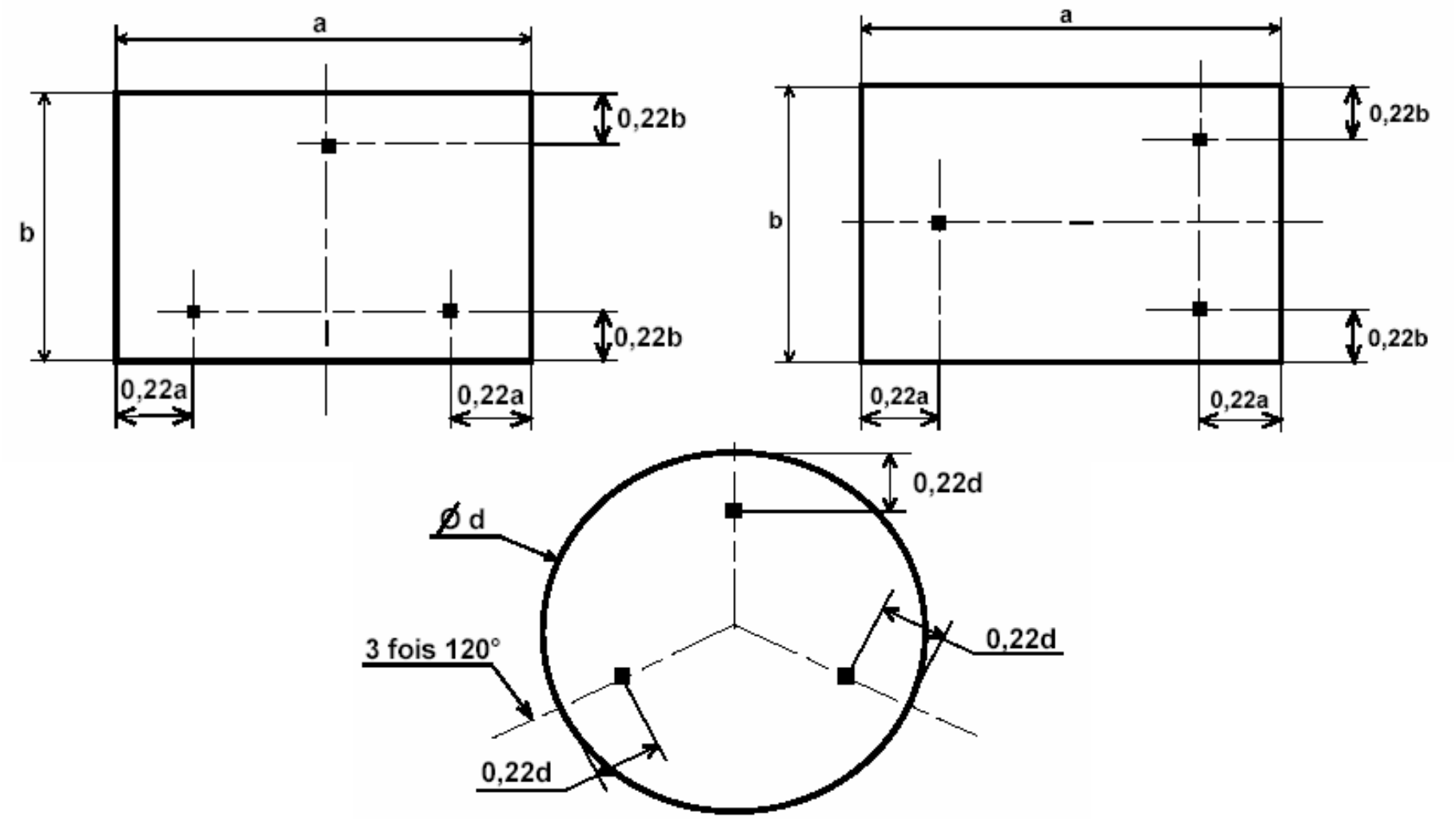
Datum مبنا



ANSI:

ISO:

Datum مبنا



ANSI:	ISO:

Orientation راستا

- **تلرانسهای راستا:**
  - تعامد
  - زاویه ای
  - توازی

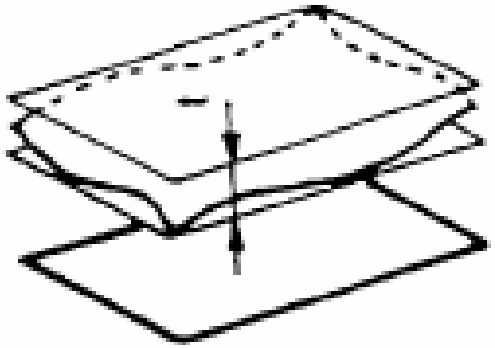
- **ناحیه های تلرانسی:**
  - صفحه نسبت به سطح (صفحه)
  - خط نسبت به سطح (صفحه)
  - صفحه نسبت به خط
  - خط نسبت به خط

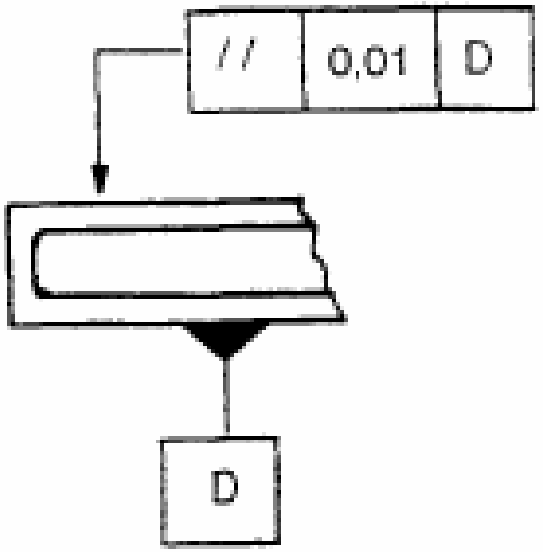
Orientation راستا

- **تلرانس زاویه ای یک مبحث عمومی از تلرانس راستا بوده و تلرانسهای تعامد و توازی حالتهای خاص میباشند**

- **ناحیه تلرانسی صفحه نسبت به صفحه:**
  - **زاویه ای:** ناحیه تلرانسی بین دو صفحه تخت موازی با زاویه مورد نظر نسبت به سطح مبنا میباشد و سطح مورد نظر در این ناحیه هر شکلی میتواند داشته باشد
  - **تعامد:** ناحیه تلرانسی بین دو صفحه تخت موازی بوده و عمود به سطح مبنا میباشد و سطح مورد نظر در این ناحیه هر شکلی میتواند داشته باشد
  - **توازی:** ناحیه تلرانسی بین دو صفحه تخت موازی بوده و موازی به سطح مبنا میباشد و سطح مورد نظر در این ناحیه هر شکلی میتواند داشته باشد

Orientation راستا





ANSI:

ISO:

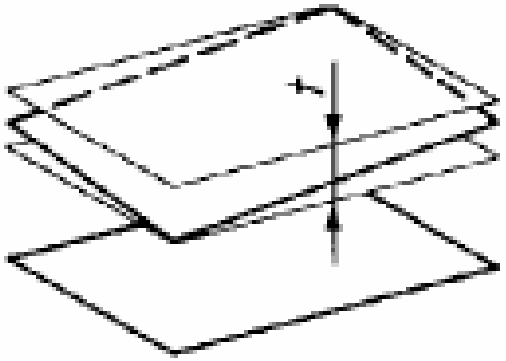
Orientation راستا

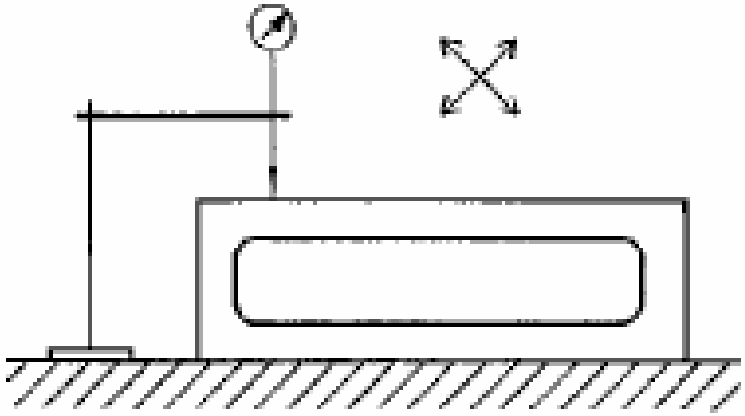
- **در تلرانسهای راستا جنس مقدار تلرانس هندسی از درجه نبوده بلکه از mm میباشد**
- در تلرانسهای راستا میتوان از تلرانسهای فرم برای محدود کردن رفتار سطح نیز استفاده کرد
- ارتباط تلرانسهای راستا با تلرانسهای ابعادی
  - تلرانسهای راستا در تلرانسهای ابعادی شناور هستند
  - همیشه تلرانسهای راستا کوچکتر از تلرانسهای ابعادی است
- **شرایط محدودیت مبنای اول:**
  - حتما باید تلرانس تختی داشته باشد
  - میتوان گفت که حتی محدب نباشد Not convex

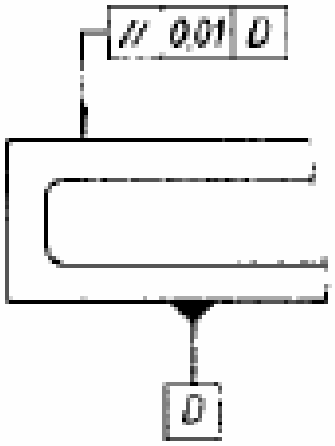
Orientation راستا

- **اندازه گیری توازی:**
  - برای این تلرانس با یک مبنا نیز امکان پذیر است و تمامی نقاط سطح مورد نظر باید توسط ساعت لمس شود. $FIM \leq Tol$
- **اندازه گیری تعامد:**
  - برای این تلرانس با یک مبنا نیز امکان پذیر نیست و باید حداقل دو مبنا داشته باشد
  - در نقشه ایکه مبنای دوم وجود ندارد:
    - طراح میتواند مبنای دوم را انتخاب نماید
    - اگر طراح در دسترس نبود ، باید سراغ عملکرد قطعه رفت
    - اگر هیچکدام نبود، روشی که کمترین خطا را نشان میدهد صحیح ترین اندازه گیری میباشد

Parallelism توازی







Place the object on a surface plate covering datum surface.

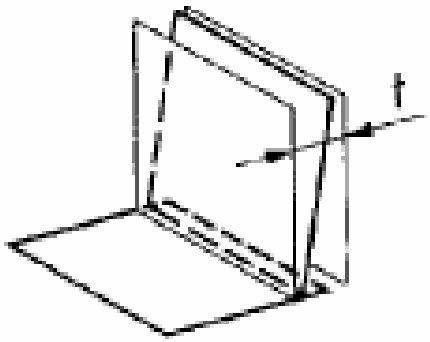
Carry out measurements all over the surface.

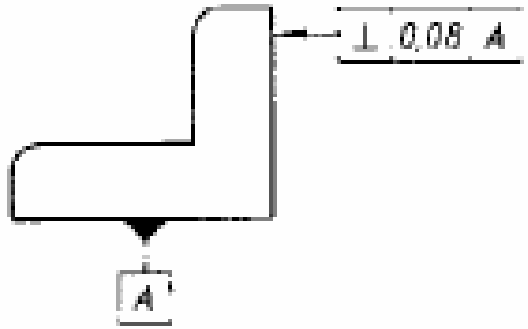
ANSI:

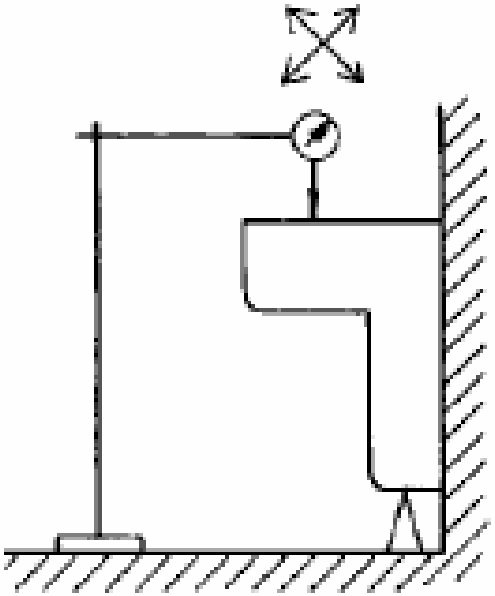
ISO:

Perpendicularity (Squareness) تعامد

A surface to a datum plane





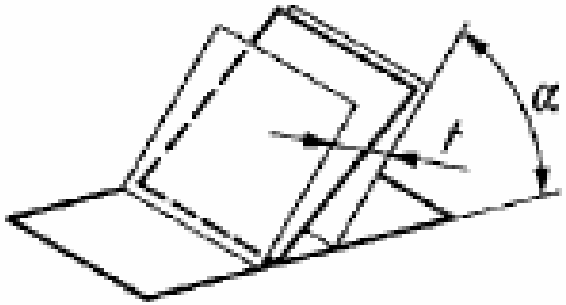


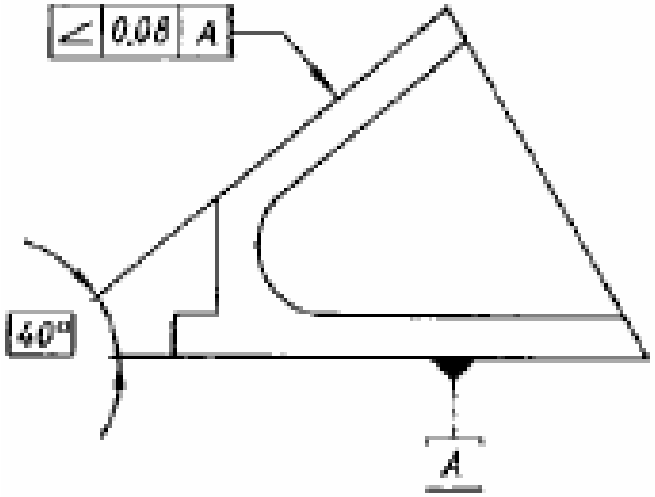
Clamp the object to an angle plate which plate.

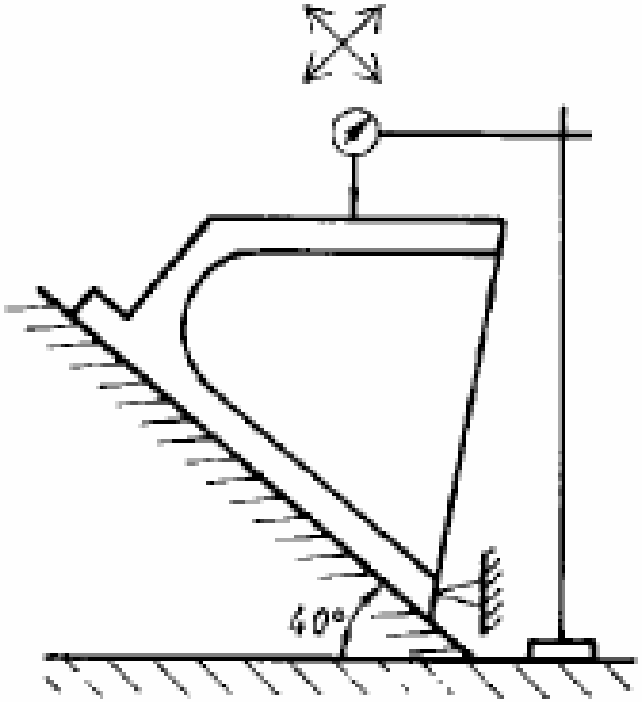
The toleranced surface shall be adjusted to prior to measurement.

ANSI:	ISO:

Angularity زاویه ای







Place the object on an angle plate with an ar

Adjust the object by turning so that the full in
ment of the toleranced feature is a minimum

ANSI:	ISO:

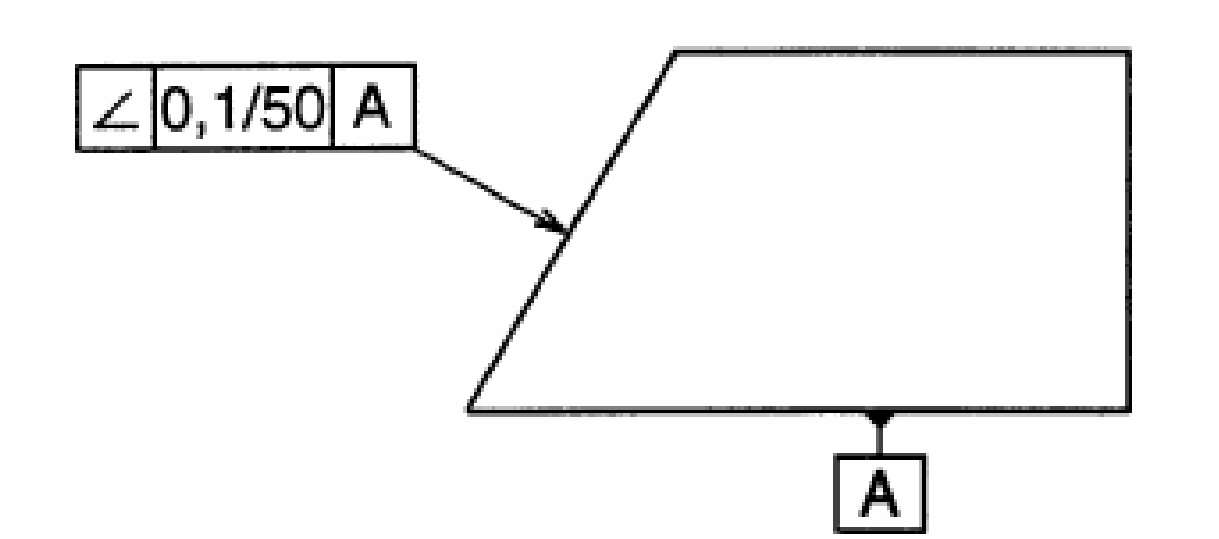
زاویه ای Angularity

- تفاوت بین زاویه Simple Angle و زاویه ای Angularity

- محاسبه تلرانس ابعادی از روی تلرانس زاویه ای
  - انتقال مقدار تلرانس زاویه ای به افق (تصویر مقدار تلرانس)
  - تلرانس ابعادی همیشه باید بزرگتر از تلرانس زاویه ای باشد

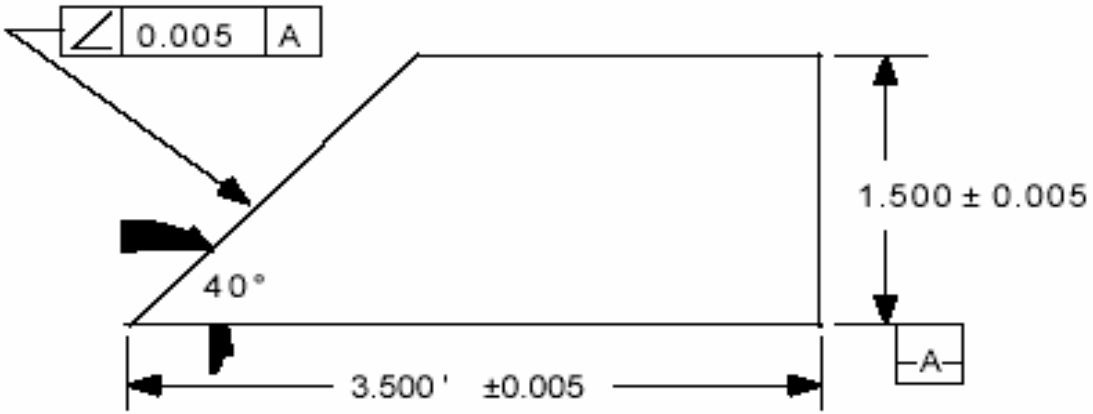
Angularity زاویه ای

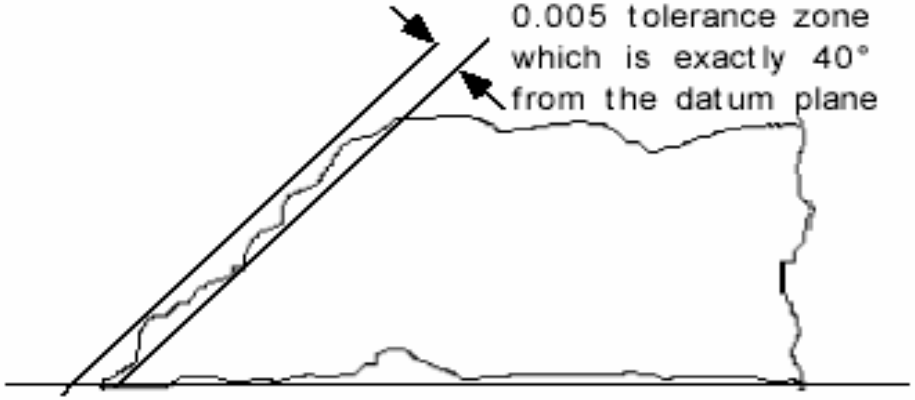
- **توزیع خطای زاویه ای:**
  - جهت جلوگیری از تمرکز خطا در یک ناحیه میتوان نرخ توزیع خطا در فواصل کوچکتر در نظر گرفت



Angularity زاویه ای

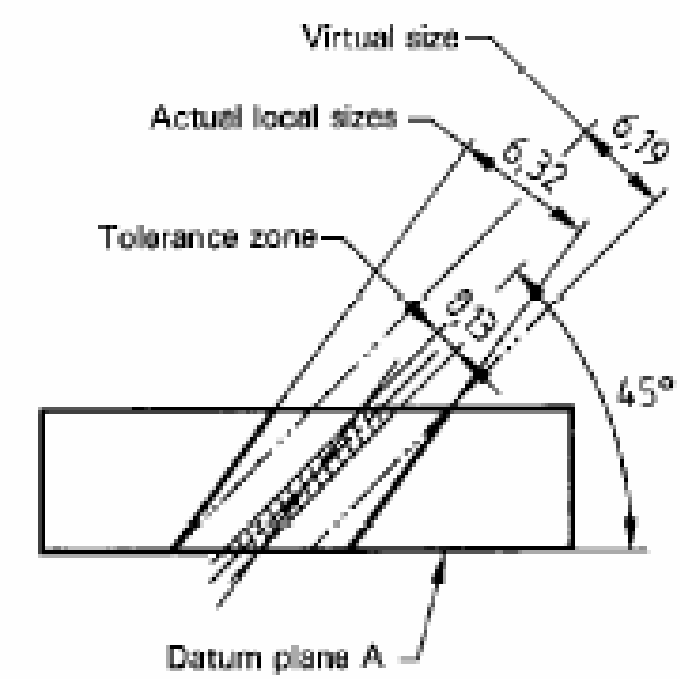
A surface or axis at a specified angle (orther than 90°) from a datum plane or axis. Can have more than one datum.

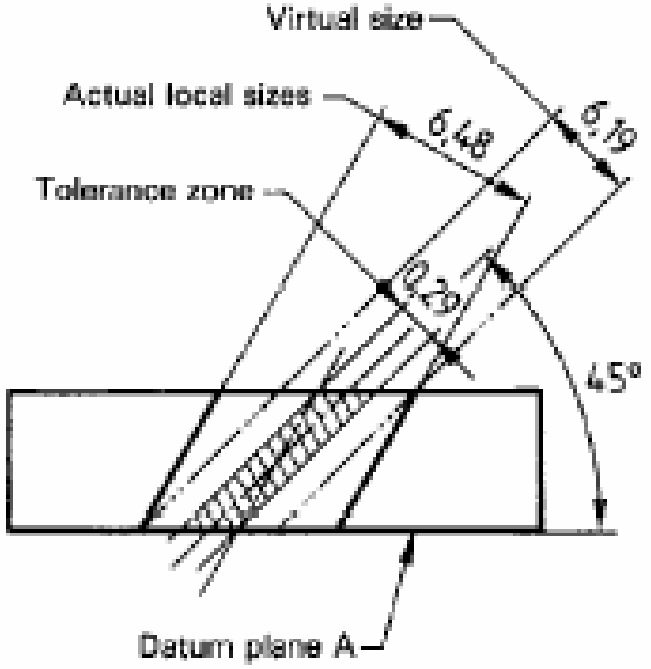




ANSI:	ISO:

Angularity زاویه ای



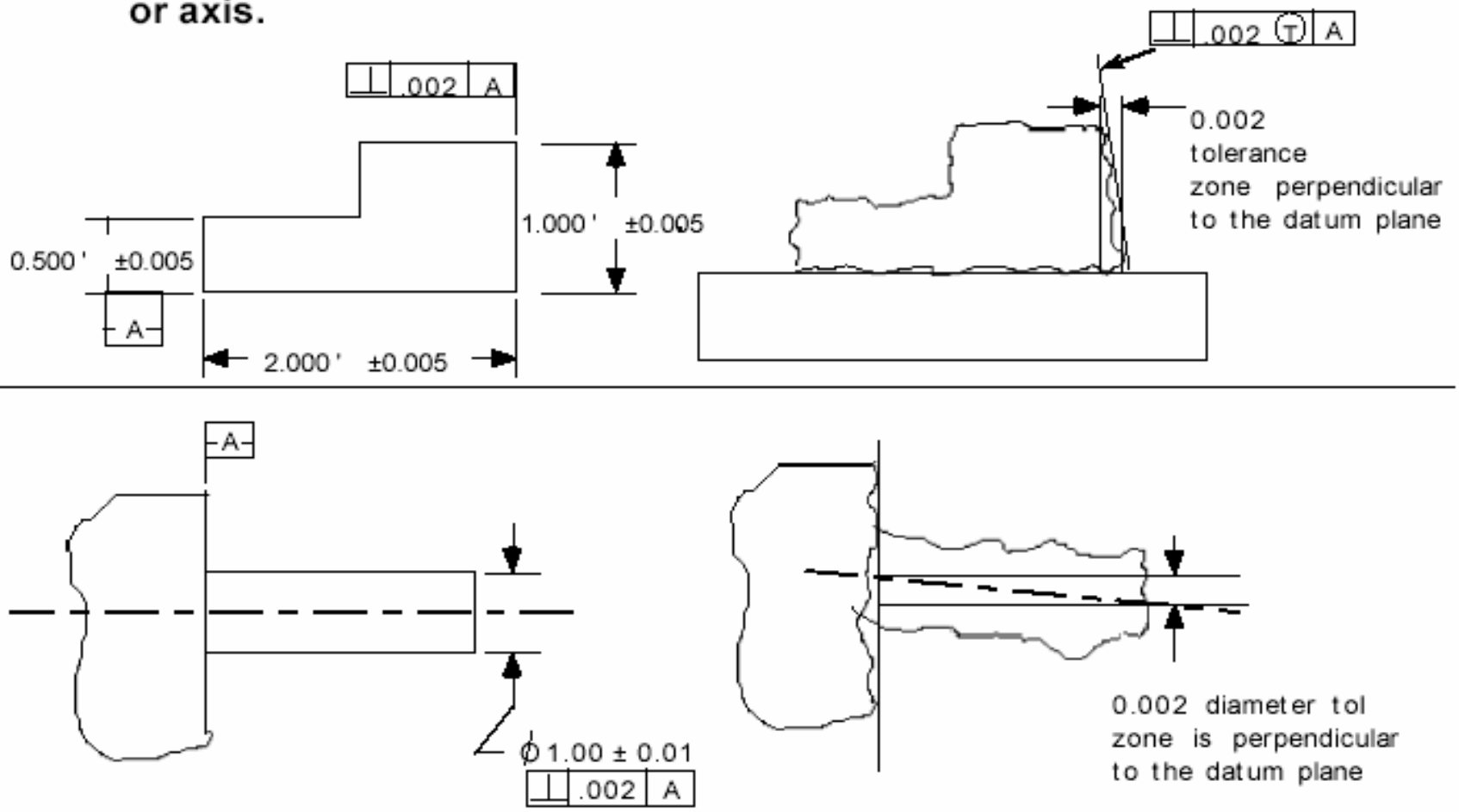


ANSI:

ISO:

Perpendicularity (Squareness) تعامد

A surface, median plane, or axis at a right angle to the datum plane or axis.



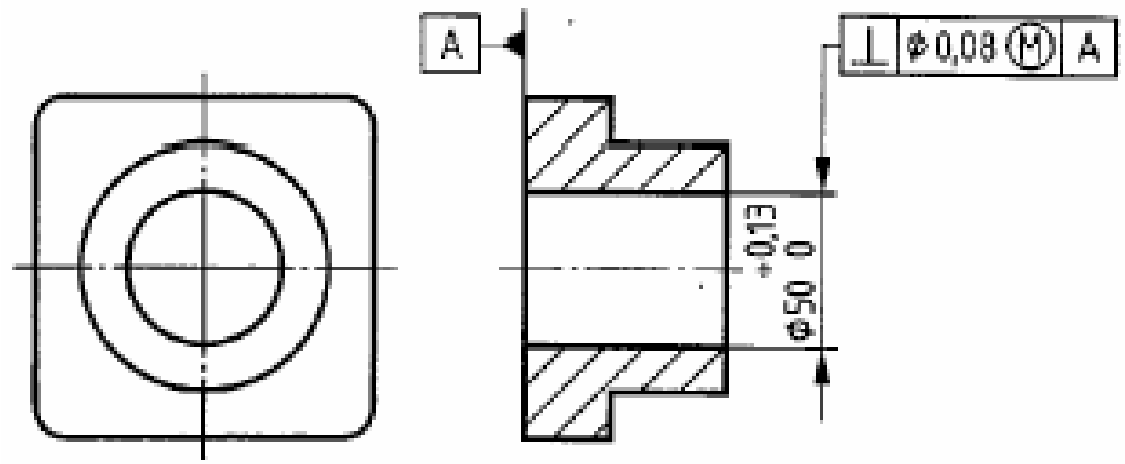
ANSI:	ISO:

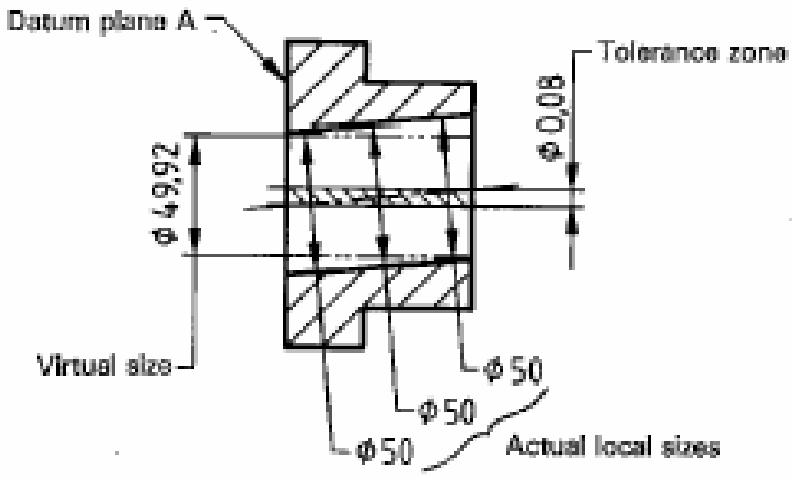
Perpendicularity (Squareness) تعامد

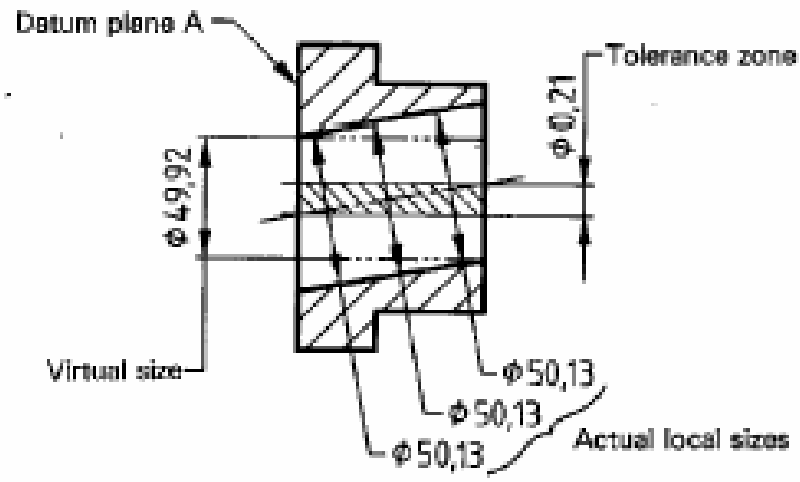
- **توزیع خطای تعامد:**
  - جهت جلوگیری از تمرکز خطا در یک ناحیه میتوان نرخ توزیع خطا در فواصل کوچکتر در نظر گرفت

ANSI:	ISO:

Perpendicularity (Squareness) تعامد



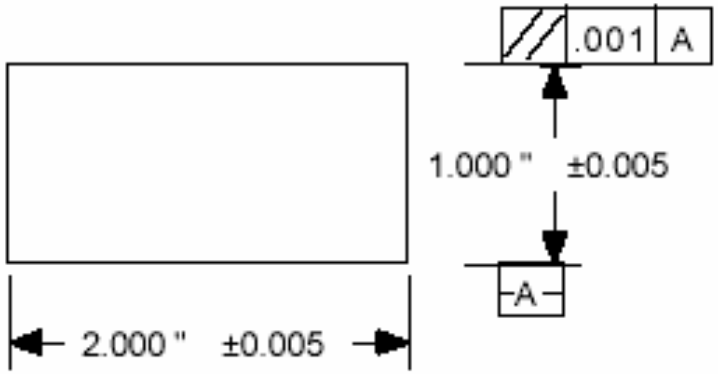


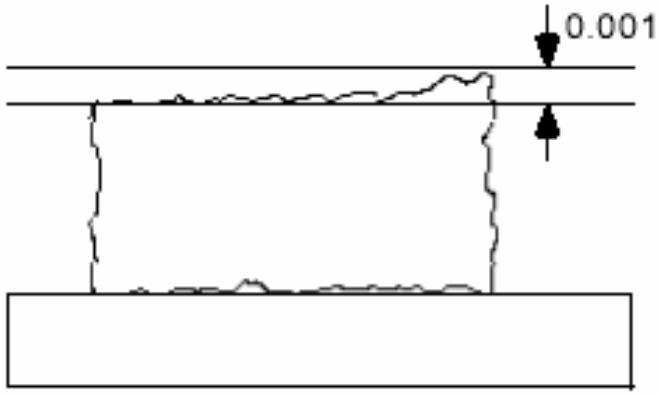


ANSI:	ISO:

Parallelism توازی

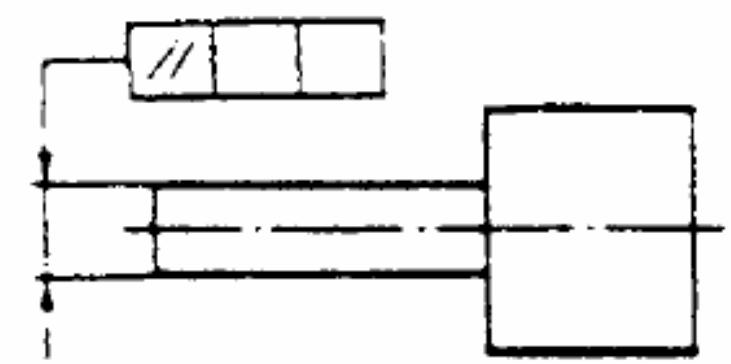
The condition of a surface equidistant at all points from a datum plane, or an axis equidistant along its length to a datum axis.

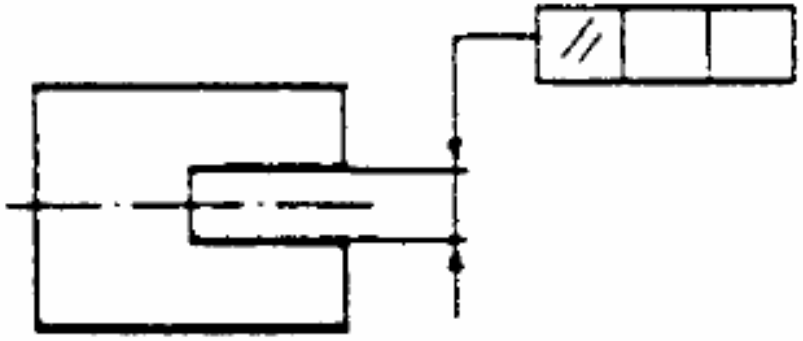




ANSI:	ISO:

Parallelism توازی





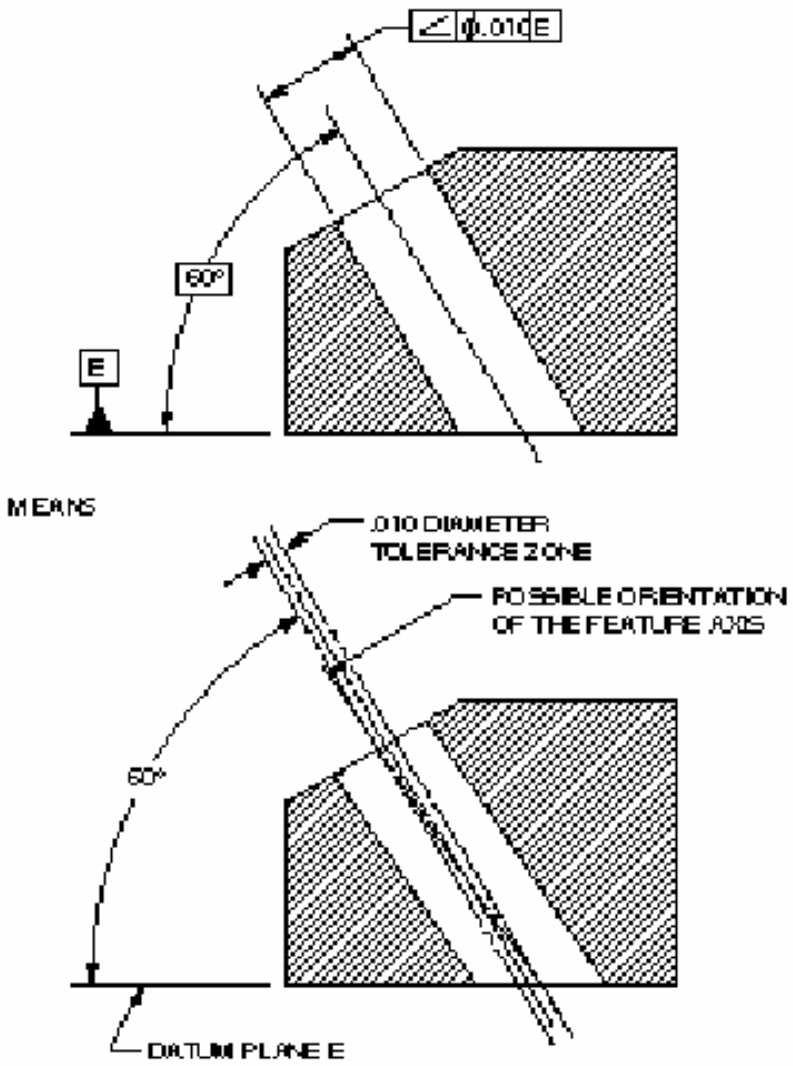
ANSI:	ISO:

Orientation راستا

- **ناحیه تلرانسی خط نسبت به صفحه:**
  - ناحیه تلرانسی خط در واقع محور یا لبه نسبت به سطح مبنای مورد نظر میباشد و خط (محور) مورد نظر در این ناحیه هر شکلی میتواند داشته باشد

- **روش اندازه گیری (خط نسبت به سطح)**
  - برای سوراخها توسط پینهای استاندارد و ساعت اندازه گیری
  - برای شفتها توسط ساعت اندازه گیری

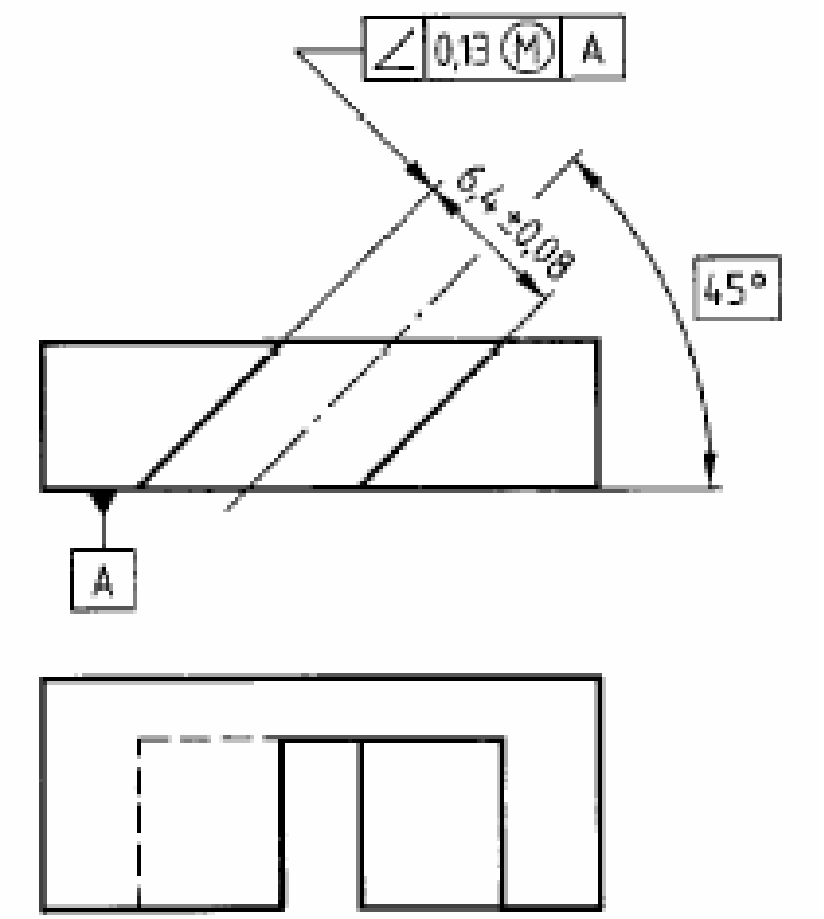
Angularity زاویه ای



ANSI:

ISO:

Angularity زاویه ای



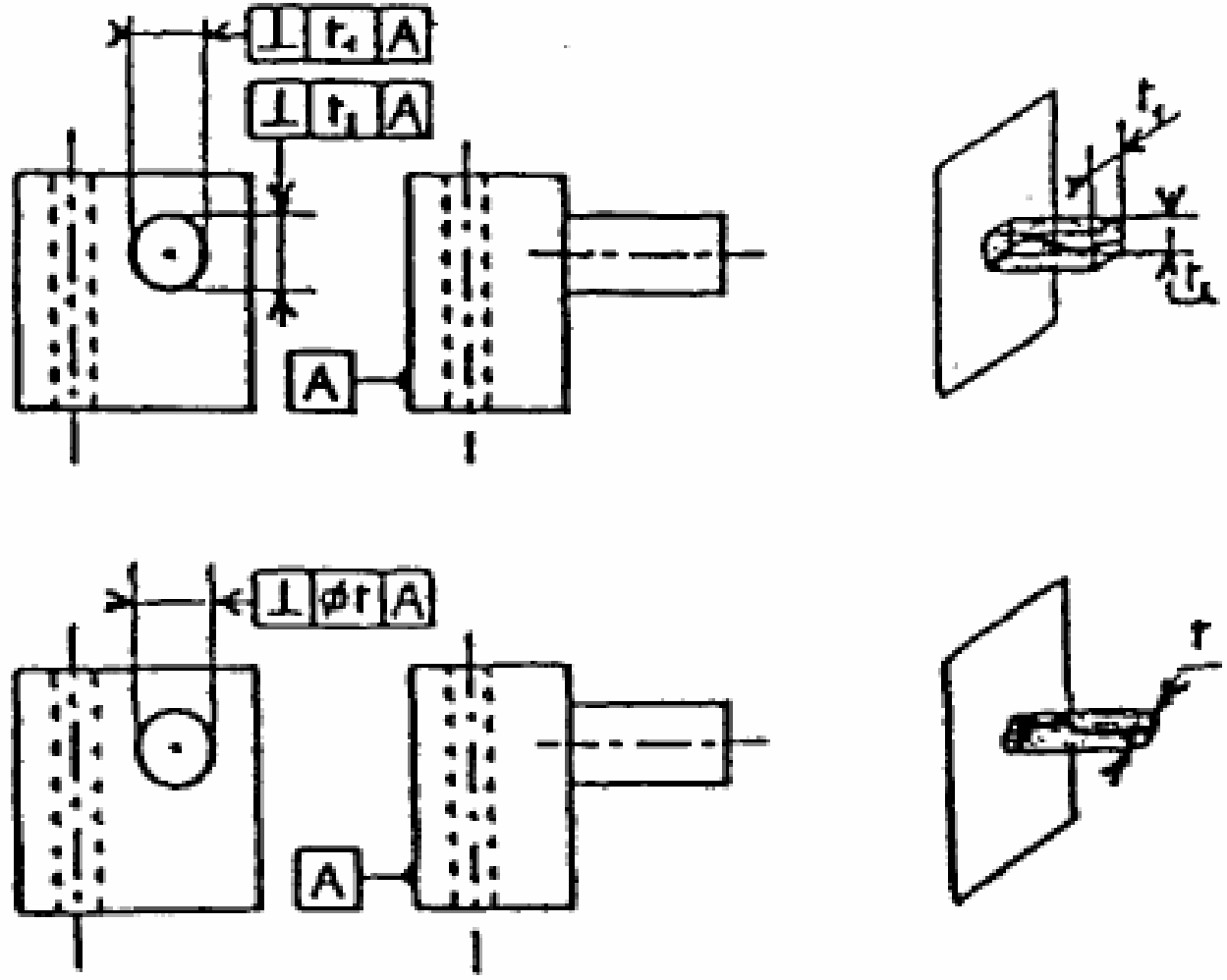
ANSI:

ISO:

Angularity زاویه ای

- **صفحه مماسی Tangent Plate**
  - در صفحه مماسی خطای زاویه ای سطح مورد نظر مهم است
  - در صفحه مماسی تختی سطح مورد نظر مهم نیست (باعث ارزانی قطعه میشود)

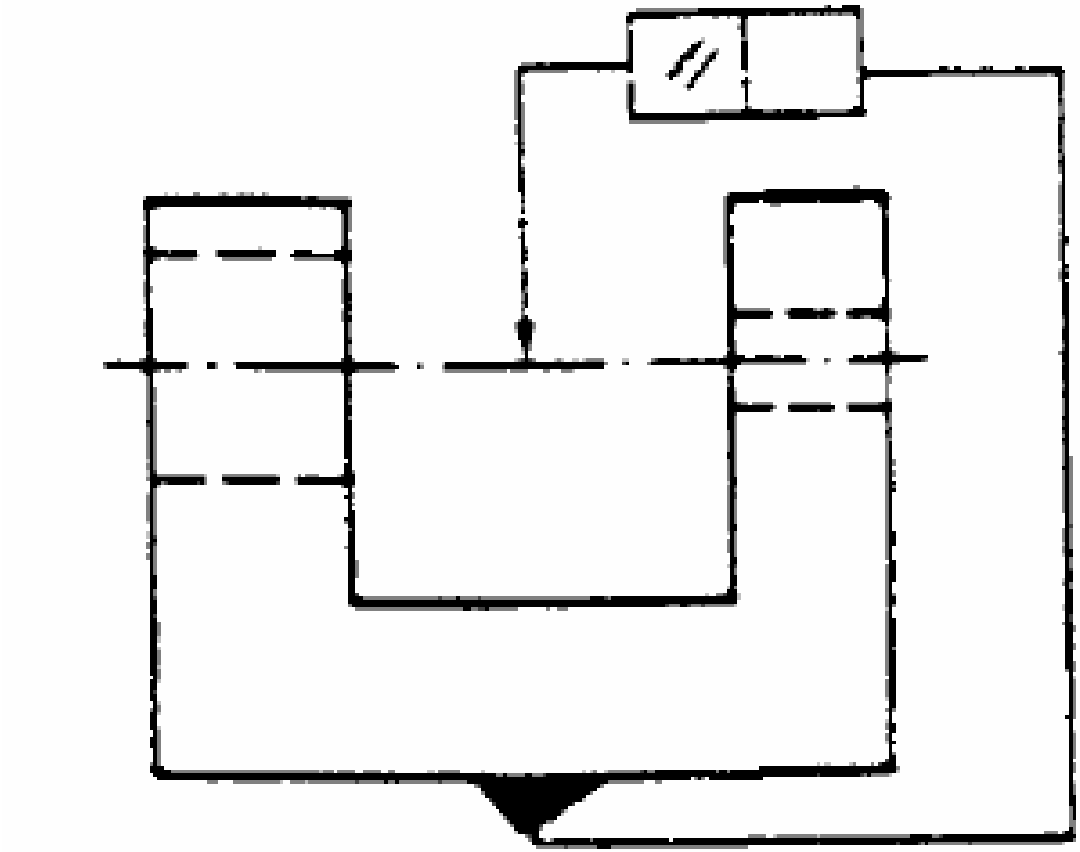
Perpendicularity (Squareness) تعامد



ANSI:

ISO:

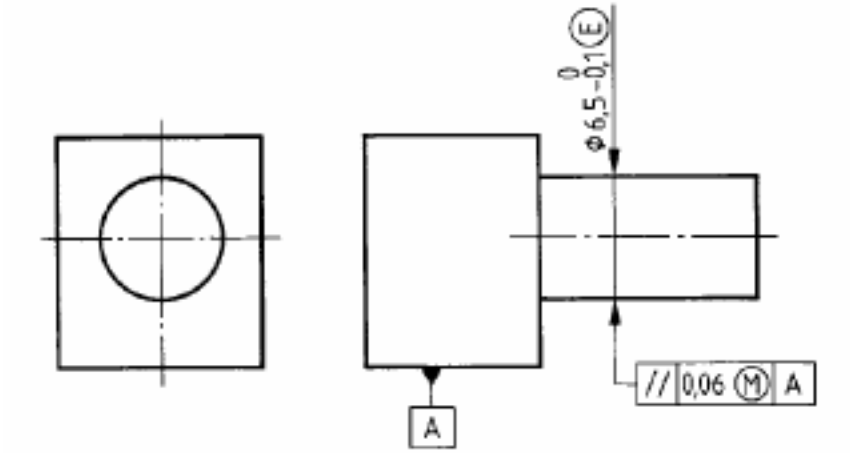
Parallelism توازی

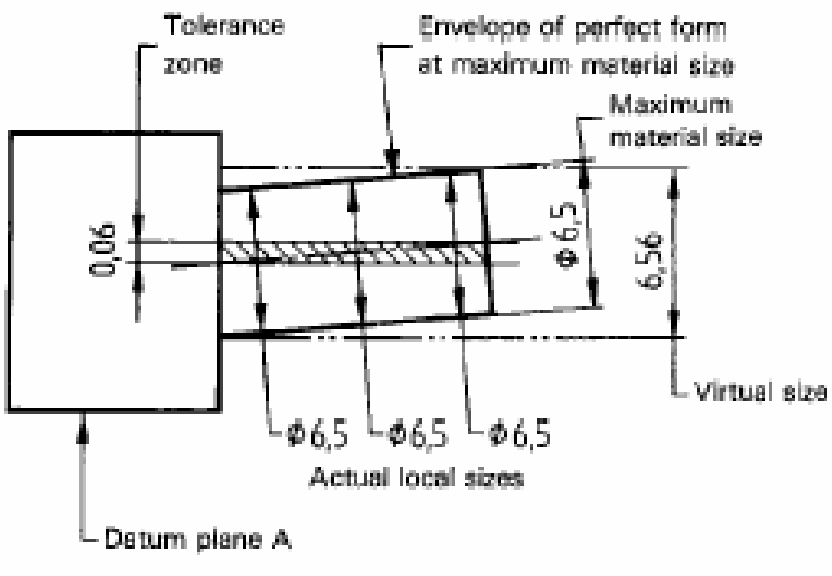


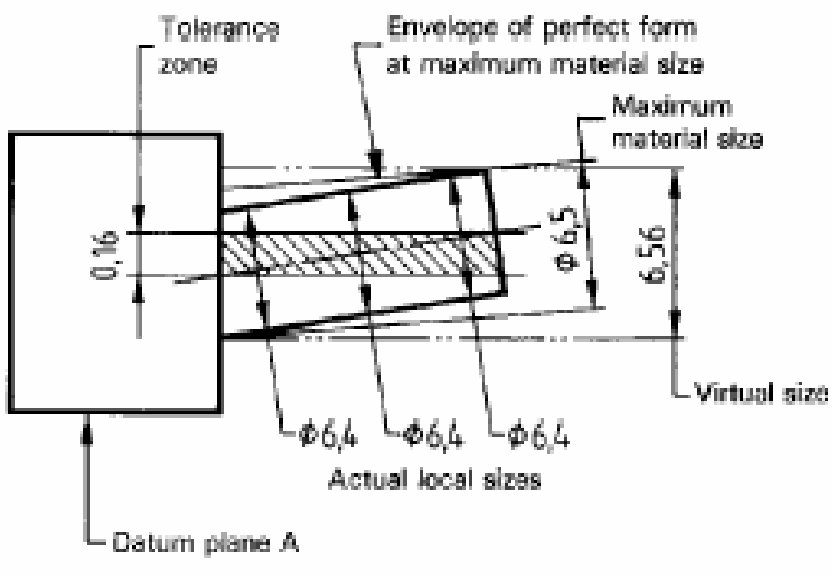
ANSI:

ISO:

Parallelism توازی







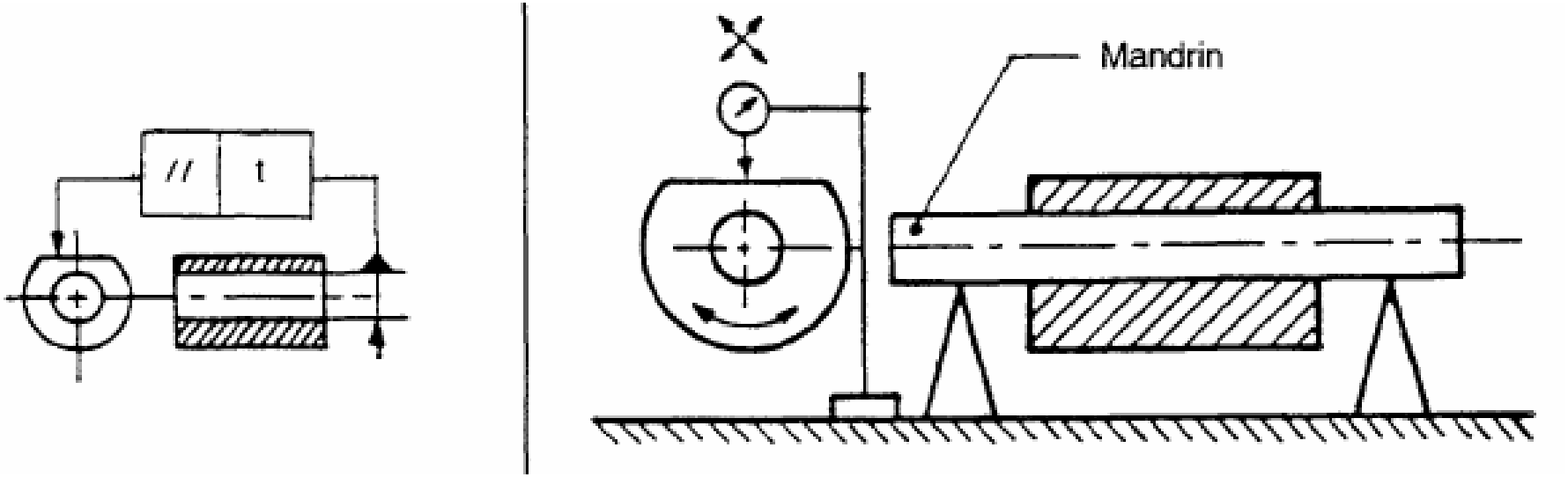
ANSI:	ISO:

Orientation راستا

- **ناحیه تلرانسی صفحه نسبت به خط:**
  - ناحیه تلرانسی بین دو صفحه تخت موازی نسبت به خط (محور) مبنا میباشد و سطح مورد نظر در این ناحیه هر شکلی میتواند داشته باشد

- **روش اندازه گیری (صفحه نسبت به خط):**
  - برای سوراخهای مبنا توسط پینهای استاندارد یا دو مرغک و ساعت اندازه گیری
  - برای شفتهای مبنا توسط سه نظام و ساعت اندازه گیری

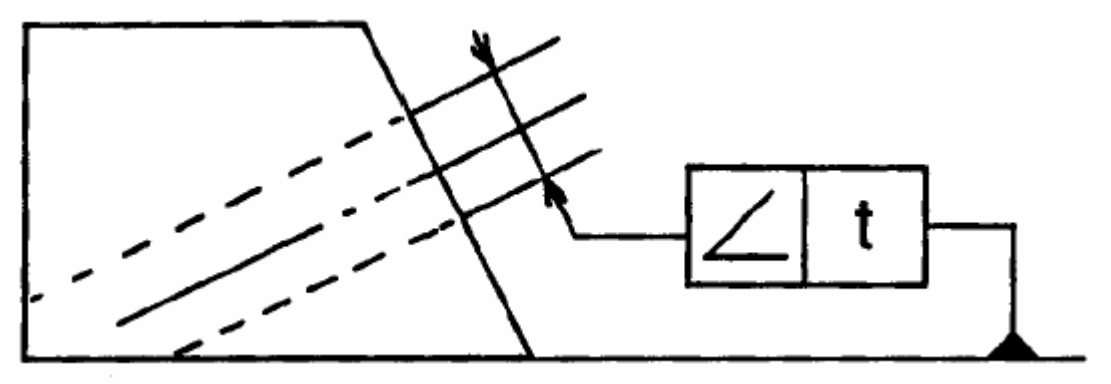
Parallelism توازی

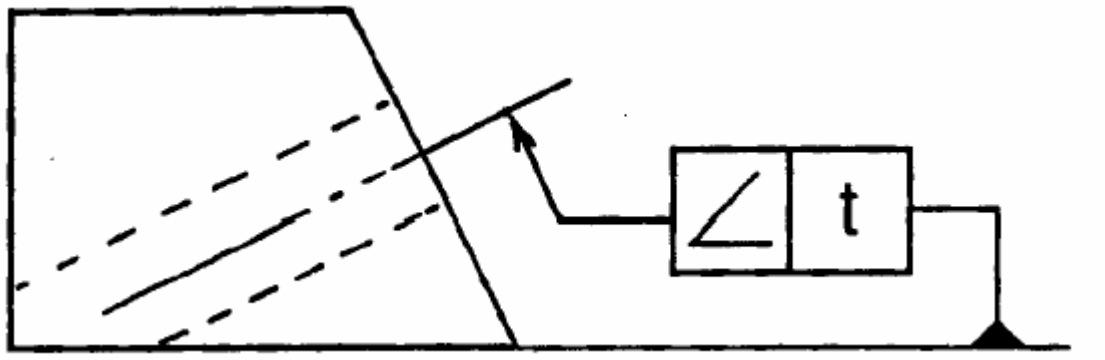


ANSI:

ISO:

Angularity زاویه ای

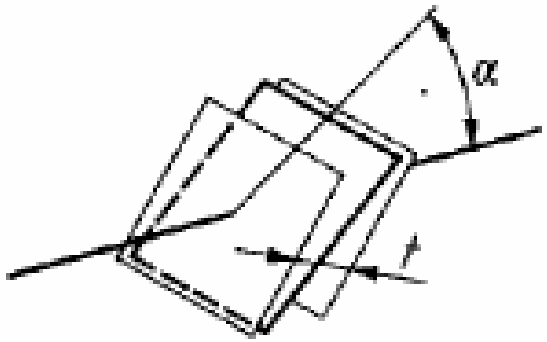


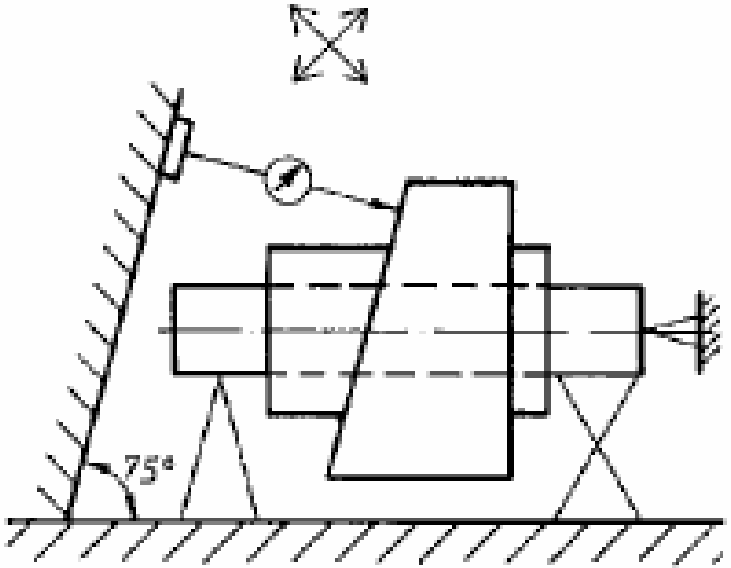


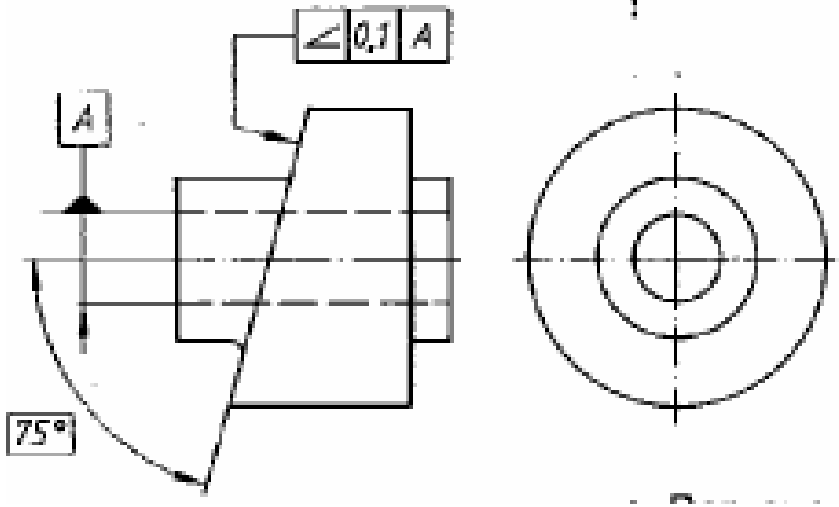
ANSI:

ISO:

Angularity زاویه ای







Simulate the datum axis with an inscribed cyl
and align it parallel to the horizontal surface
and normal to the lower edge of the inclined
face plate.

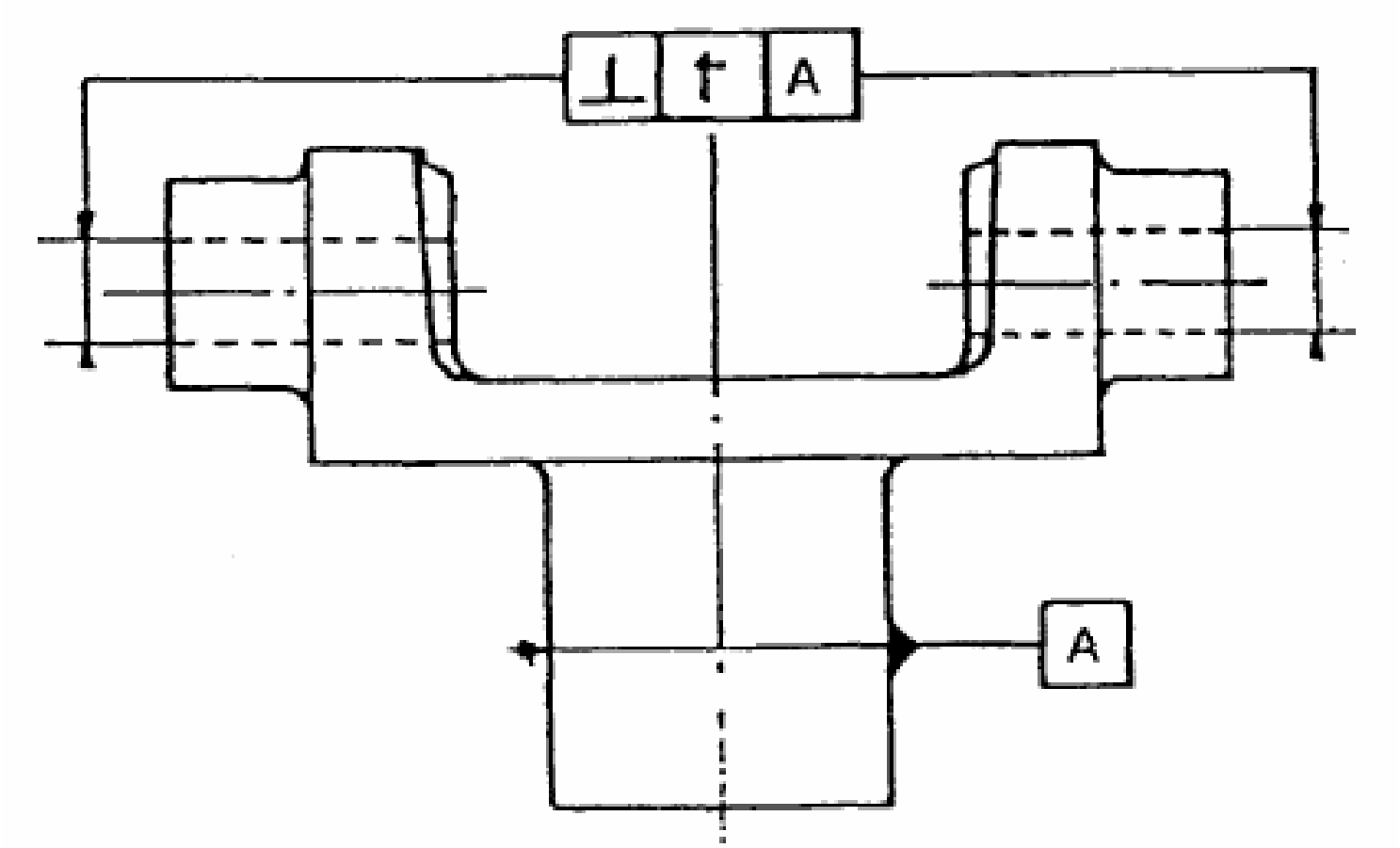
ANSI:	ISO:

Orientation راستا

- **ناحیه تلرانسی خط نسبت به خط:**
  - ناحیه تلرانسی خط (محور) نسبت به خط (محور) مبنا میباشد و محور مورد نظر در این ناحیه هر شکلی میتواند داشته باشد

- **روش اندازه گیری (صفحه نسبت به خط):**
  - برای سوراخهای مبنا توسط پینهای استاندارد یا دو مرغک و ساعت اندازه گیری
  - برای شفتهای مبنا توسط سه نظام و ساعت اندازه گیری

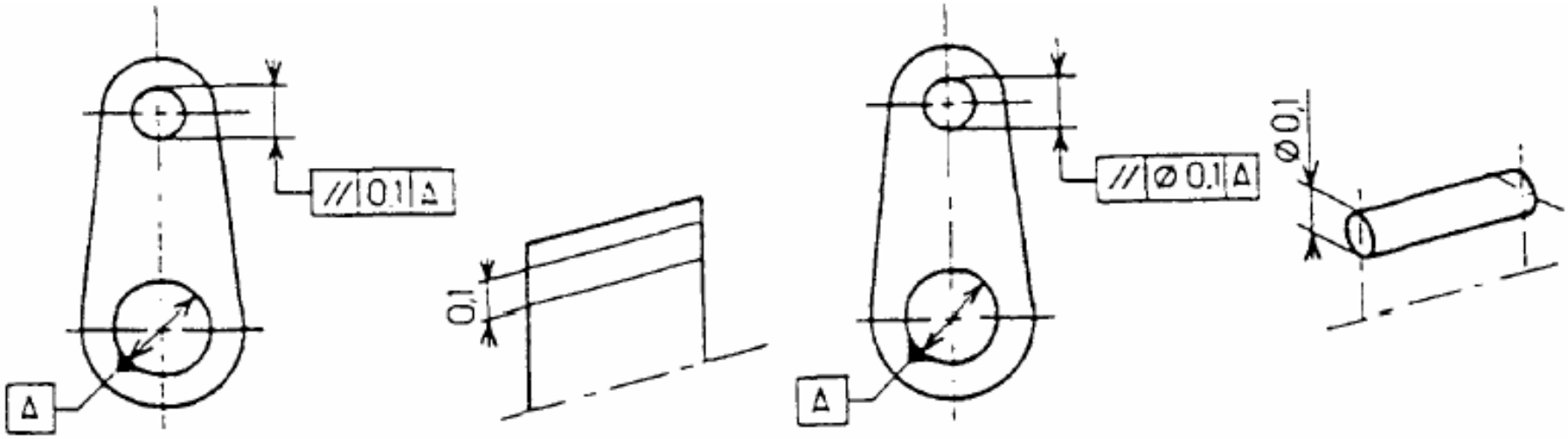
Perpendicularity (Squareness) تعامد



ANSI:

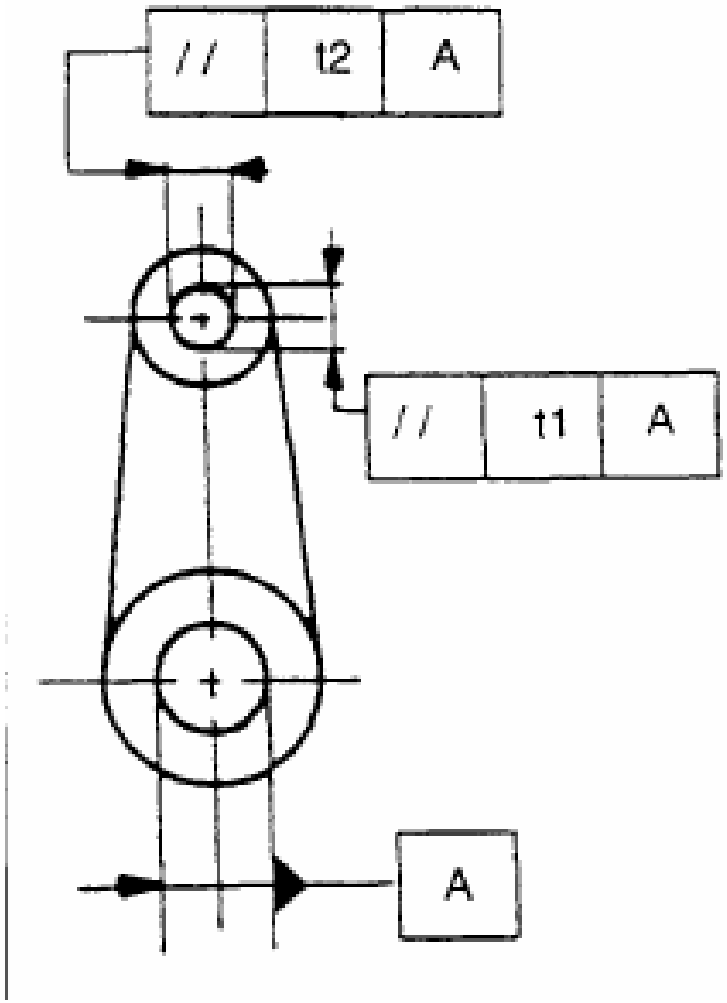
ISO:

Parallelism توازی



ANSI:	ISO:

Parallelism توازی



ANSI:

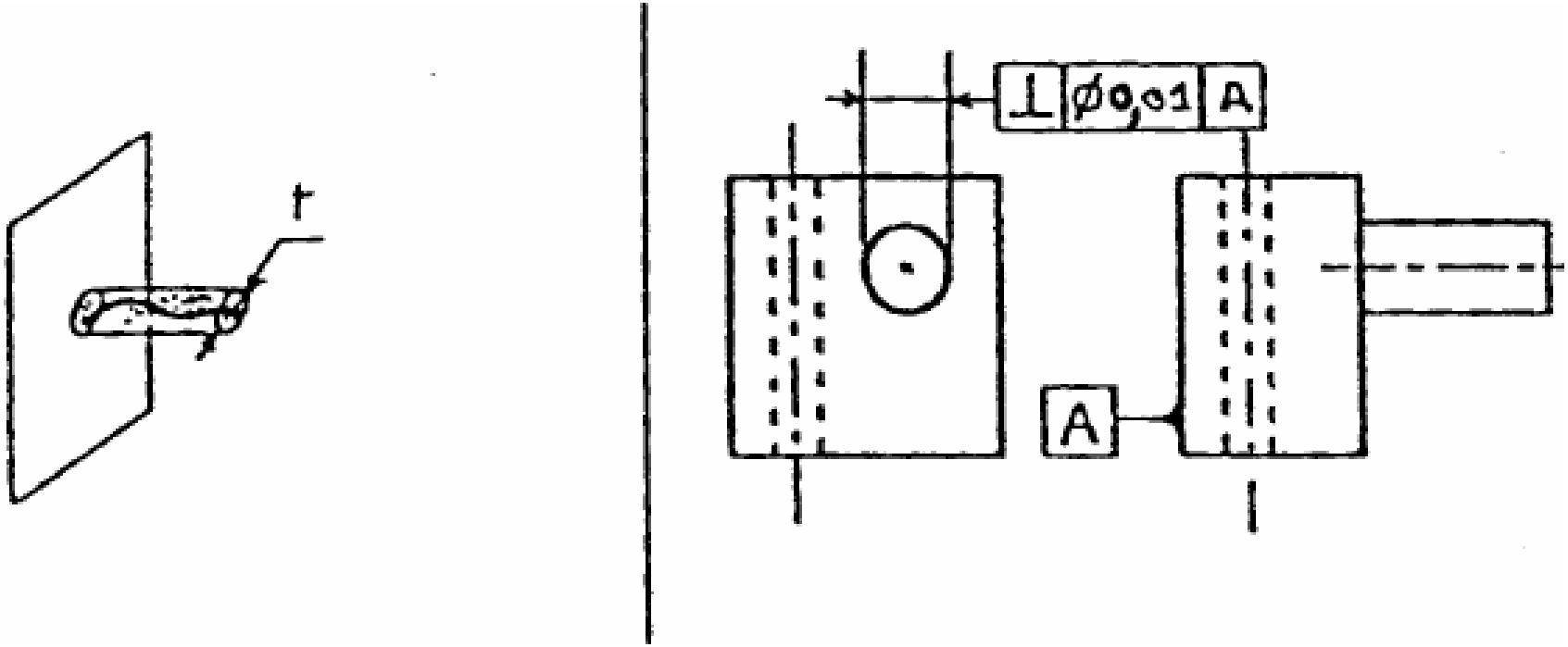
ISO:

Perpendicularity (Squareness) تعامد

- **روش اندازه گیری تعامد:**
  - روش گونیای دقیق Precision Square Method
  - روش سیلندر تعامد Cylindrical Square Method
  - روش ساعت اندازه گیری و پین گیج (پین استاندارد)
  - برای ناحیه تلرانسی محور به صفحه : $FIM \leq Tol$
  - برای ناحیه تلرانسی محور به محور :

$$Tol = \sqrt{FIM_{ver}{}^2 + FIM_{hor}{}^2}$$

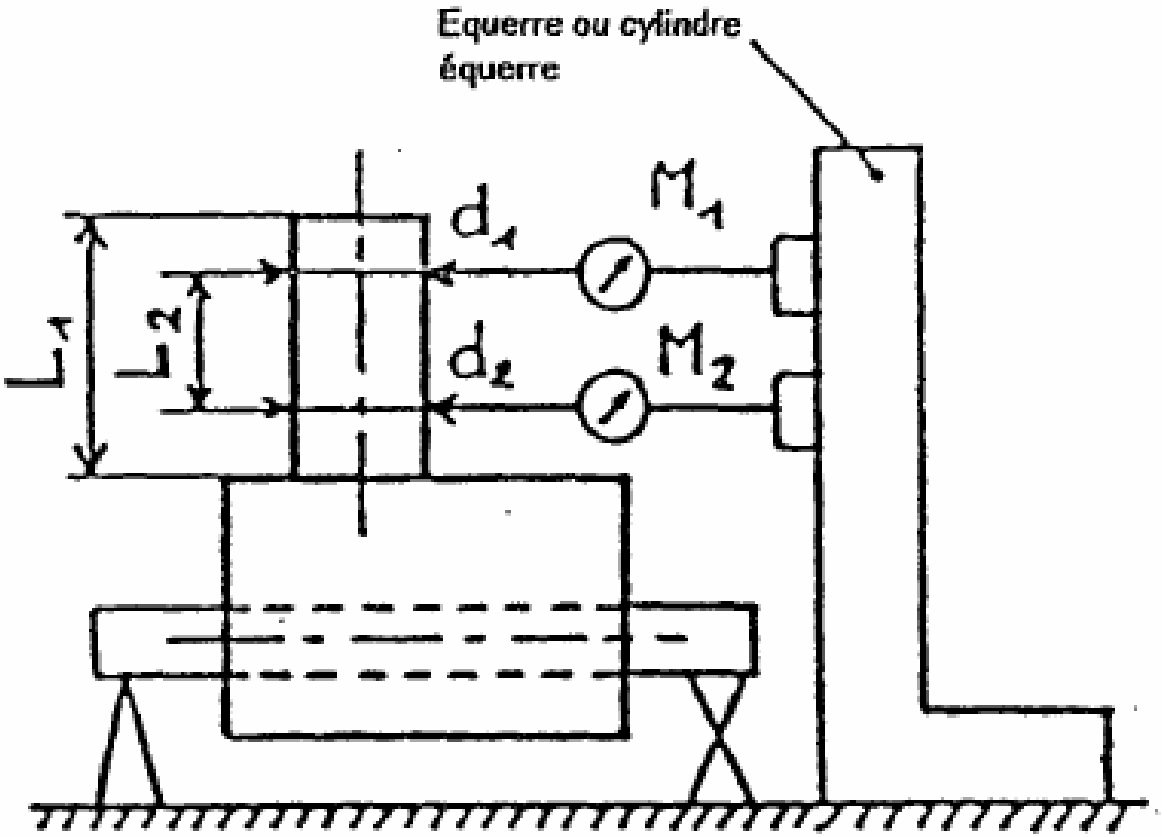
Perpendicularity (Squareness) تعامد



ANSI:

ISO:

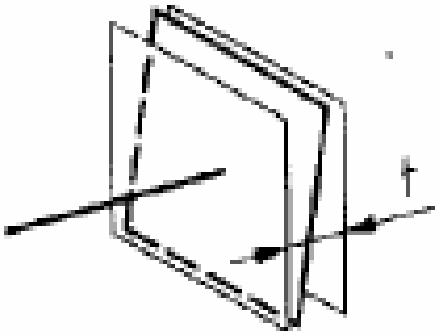
Perpendicularity (Squareness) تعامد

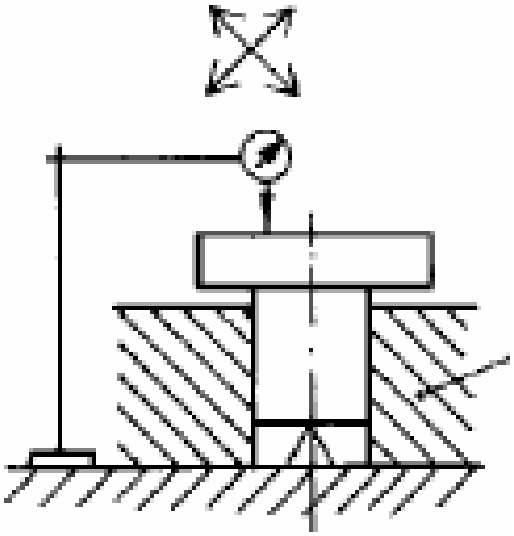


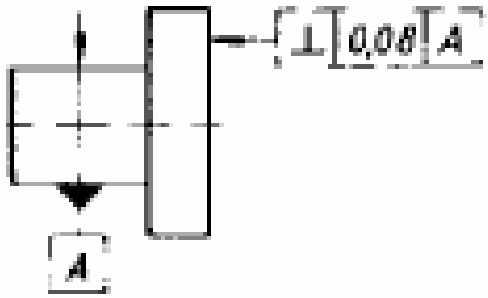
ANSI:

ISO:

Perpendicularity (Squareness) تعامد







Place the object in a guide featur
the datum axis perpendicular to t

Measure the distance between th
the surface plate.

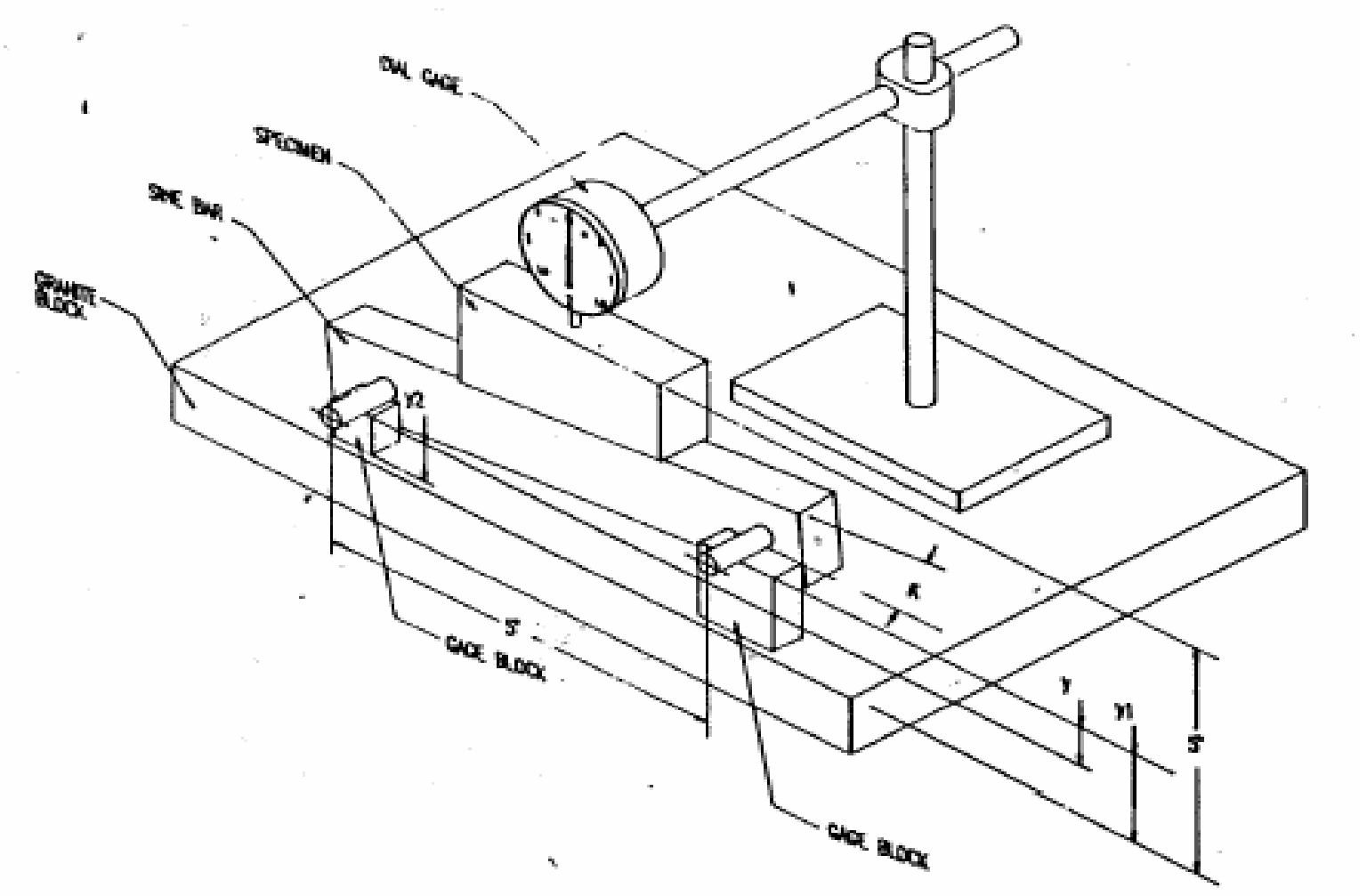
ANSI:

ISO:

Angularity زاویه ای

- **اندازه گیری زاویه ای**
  - روش میز سینوسی Sin Plate Method و $FIM \leq Tol$
  - روش بلوک زاویه Angle Block Method و $FIM \leq Tol$

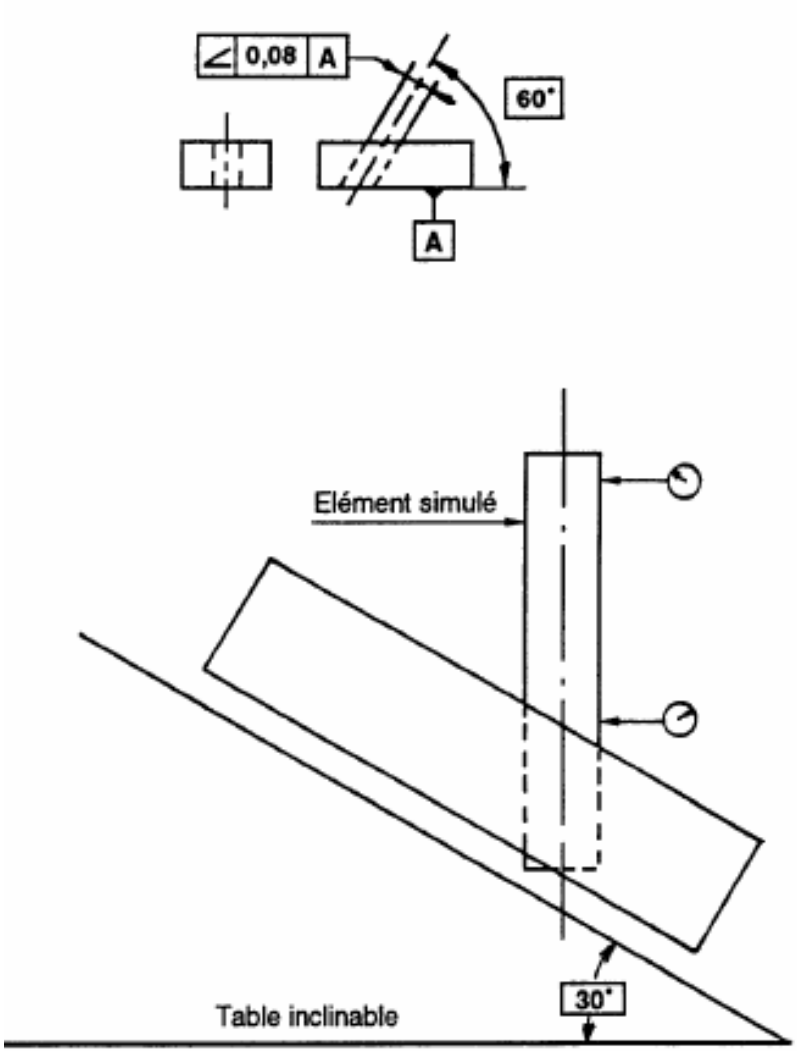
Angularity زاویه ای



ANSI:

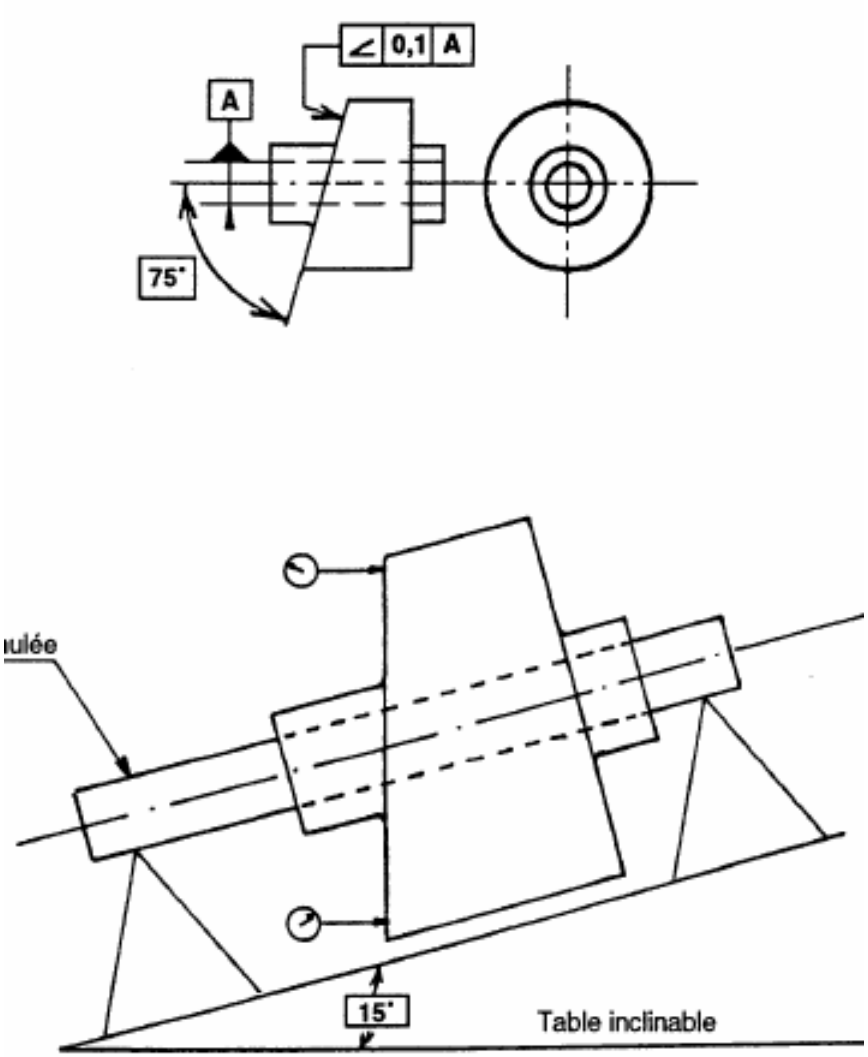
ISO:

Angularity زاویه ای



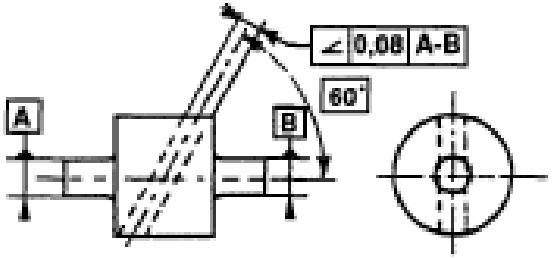
ANSI:	ISO:

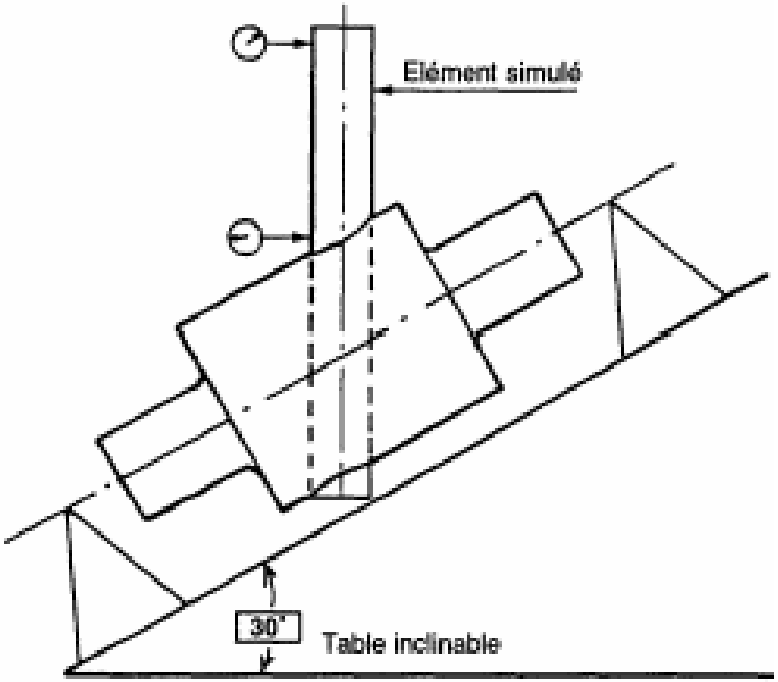
Angularity زاویه ای



ANSI:	ISO:

Angularity زاویه ای





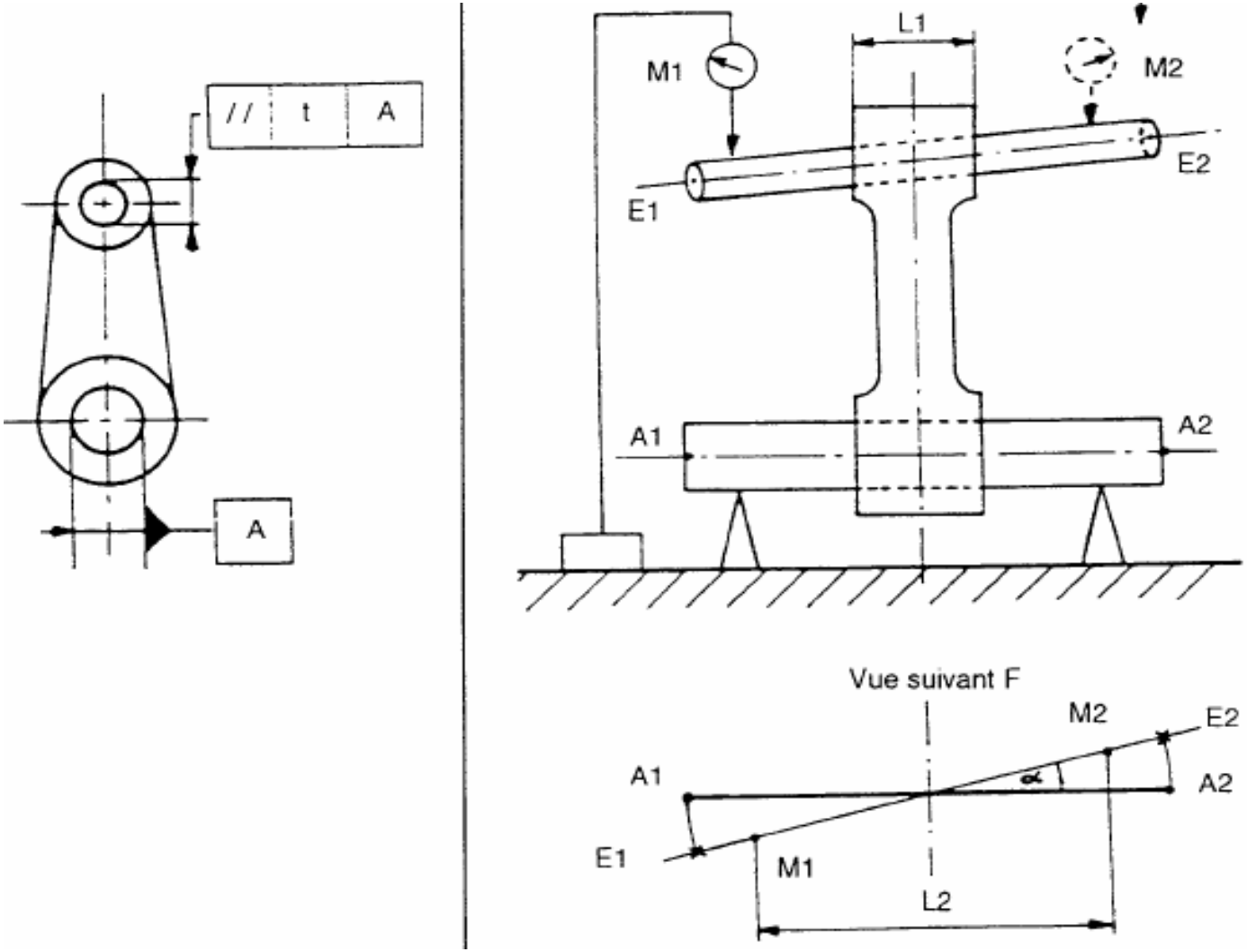
ANSI:	ISO:

Parallelism توازی

- **روش اندازه گیری توازی:**
  - برای ناحیه تلرانسی صفحه به صفحه: $\mathrm{FIM} \leq \mathrm{Tol}$
  - برای ناحیه تلرانسی محور به صفحه : $\mathrm{FIM} \leq \mathrm{Tol}$
  - برای ناحیه تلرانسی محور به محور :

$$Tol = \sqrt{FIM_{ver}{}^{2} + FIM_{hor}{}^{2}}$$

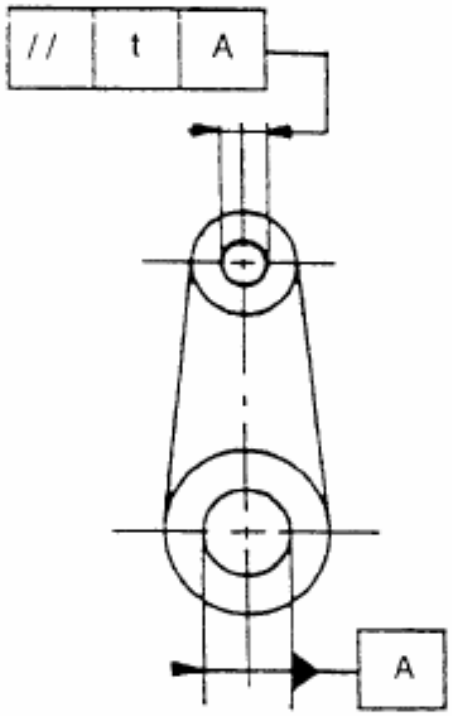
Parallelism توازی

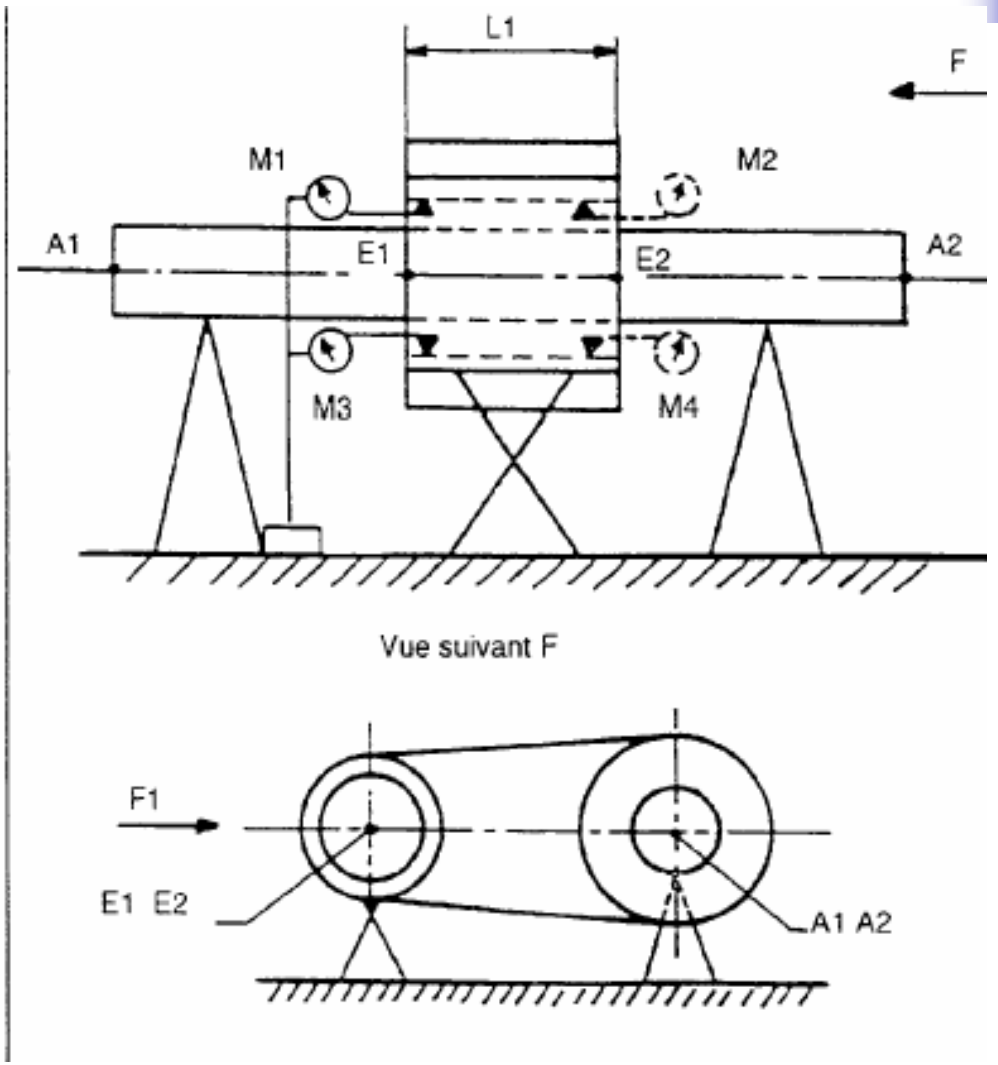


ANSI:

ISO:

Parallelism توازی





ANSI:	ISO:

مکان Location

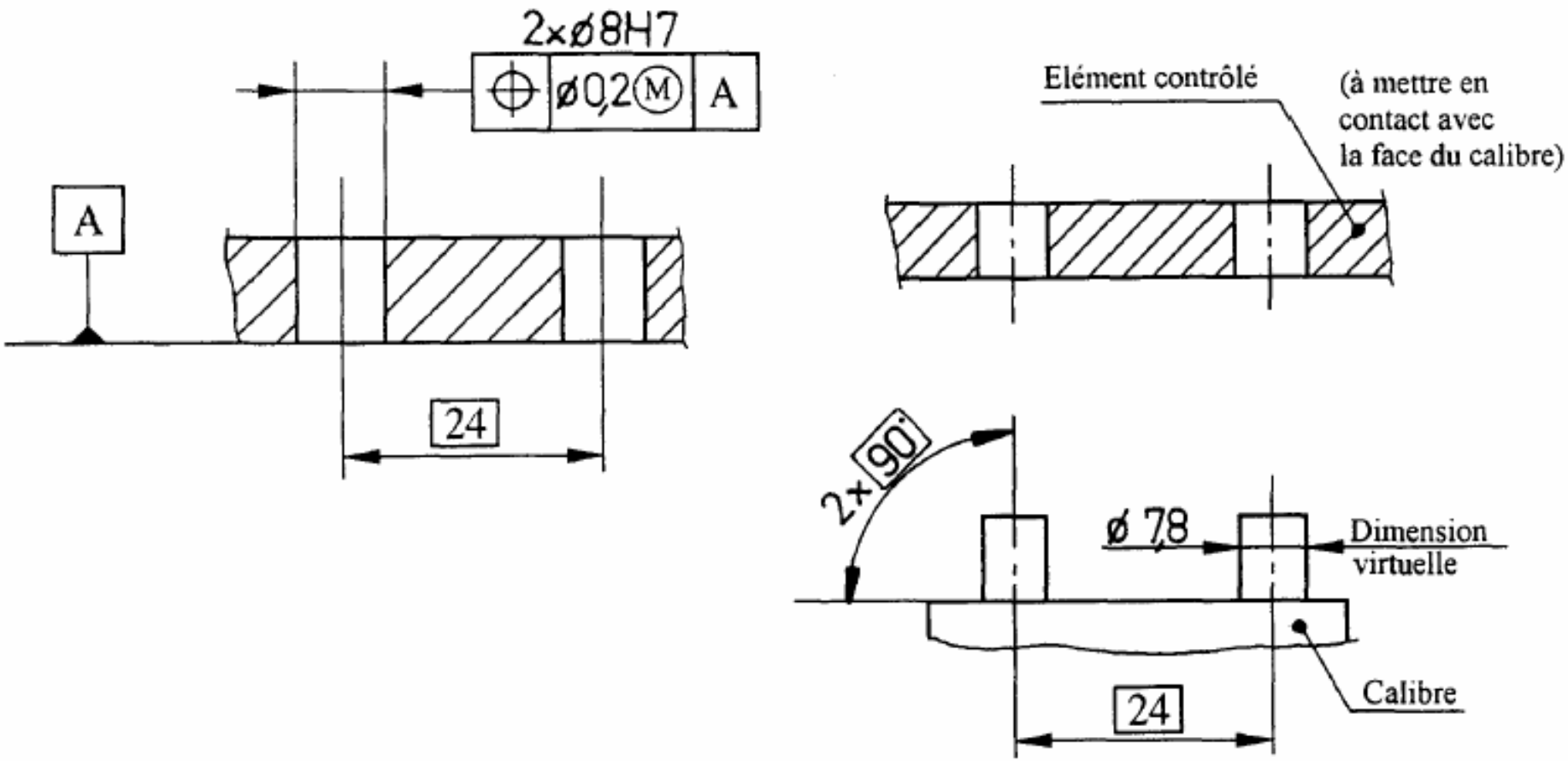
- **تلرانسهای راستا:**
  - موقعیت
  - هم محوری و هم مرکزی
  - تقارن

- **تلرانس موقعیت یک مبحث عمومی از تلرانس مکان بوده و تلرانسهای هم محوری و تقارن حالتهای خاص میباشند**

Position موقعیت

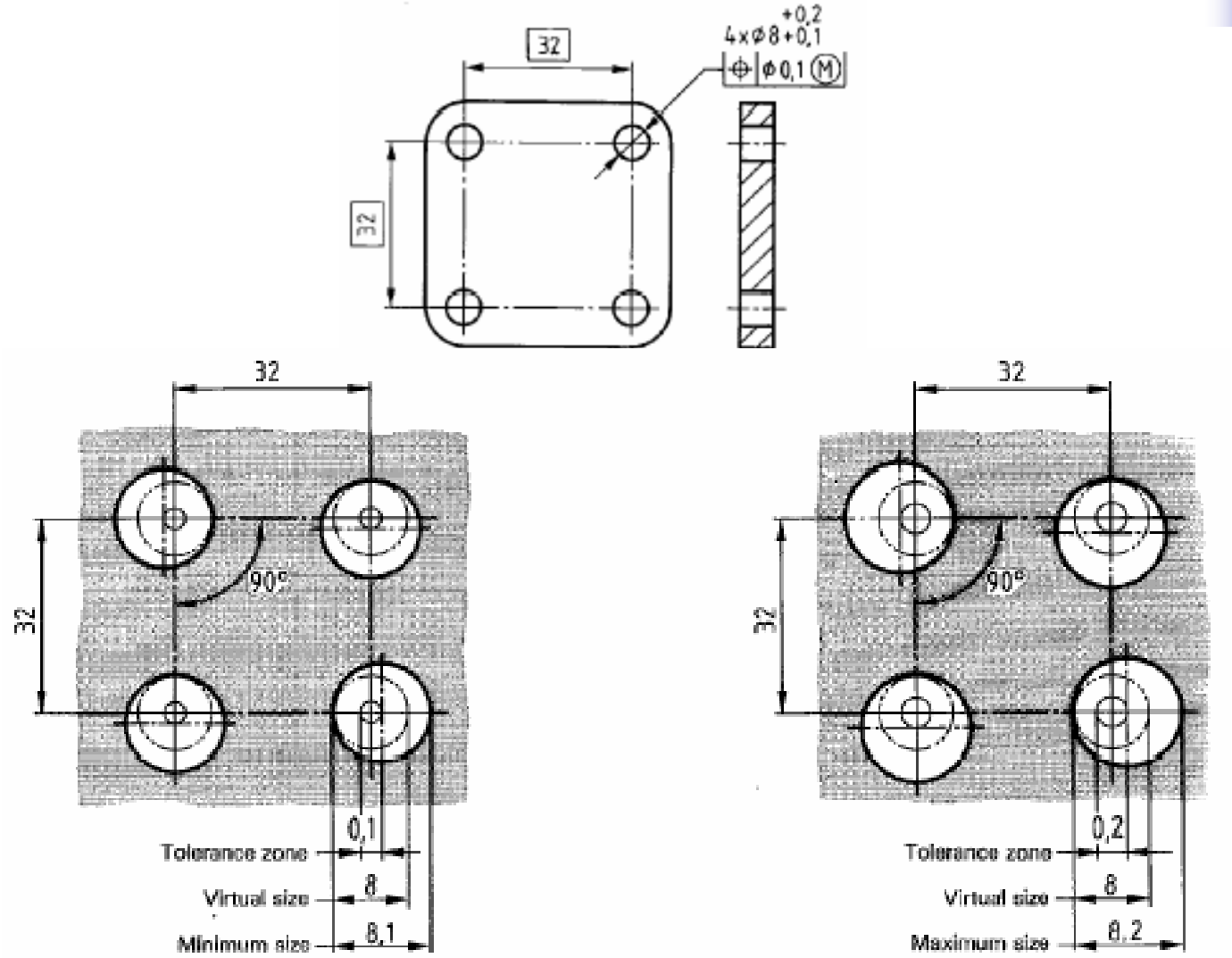
- **سیستم دکارتی**
  - ناحیه تلرانسی چهارگوش
- **سیستم هندسی**
  - ناحیه تلرانسی دایره
  - ترکیب تلرانسهای موقعیت و تعامد در حالت سه مبنا
  - موقعیت در ماکزیمم ماده
  - موقعیت بدون مبنا (ناحیه تلرانسی به جایی عمود نیست و فقط ناحیه تلرانسی سوراخها نسبت به همدیگر موازی هستند)
  - مبنا در ماکزیمم ماده

Position موقعیت



ANSI:	ISO:

Position موقعیت



ANSI:

ISO:

Position موقعیت

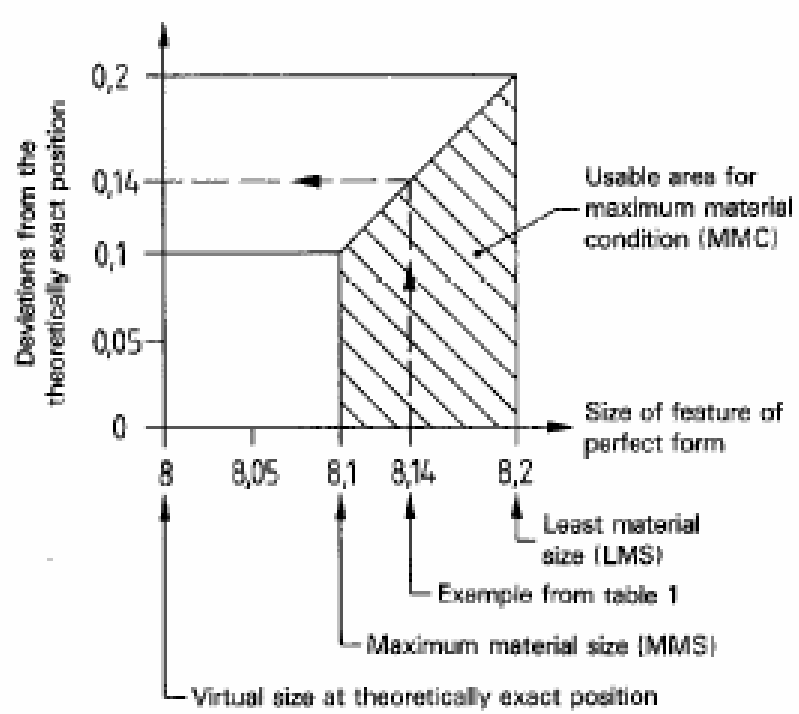


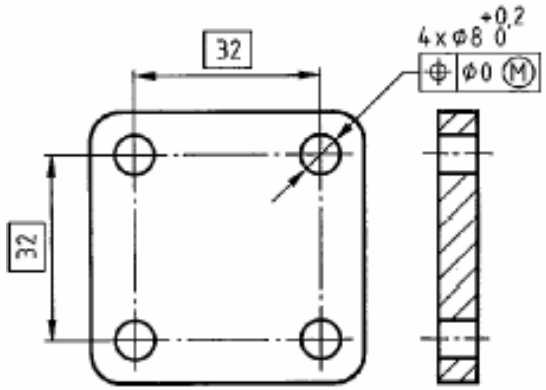
Table 1

Diameter of hole of perfect form	Positional tolerance
8,1 MMS	0,1
8,12	0,12
8,14	0,14
8,16	0,16
8,18	0,18
8,2 LMS	0,2

ANSI:

ISO:

Position موقعیت



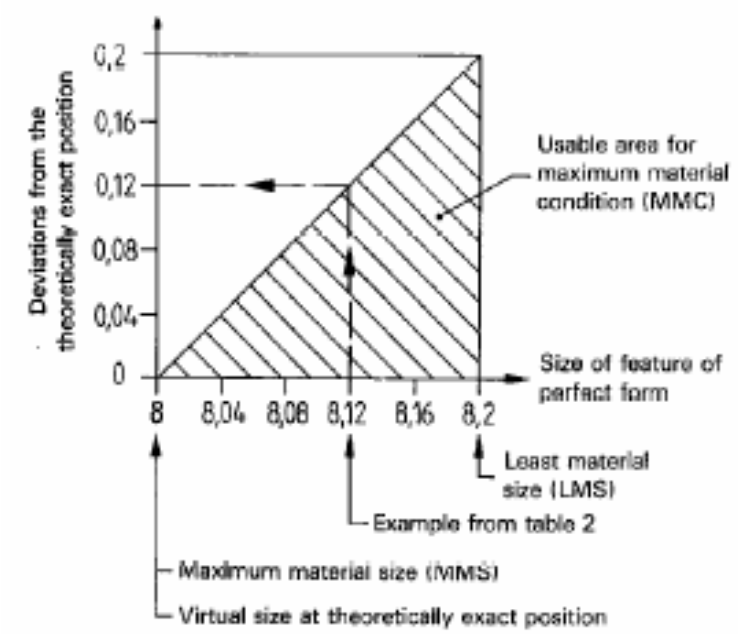


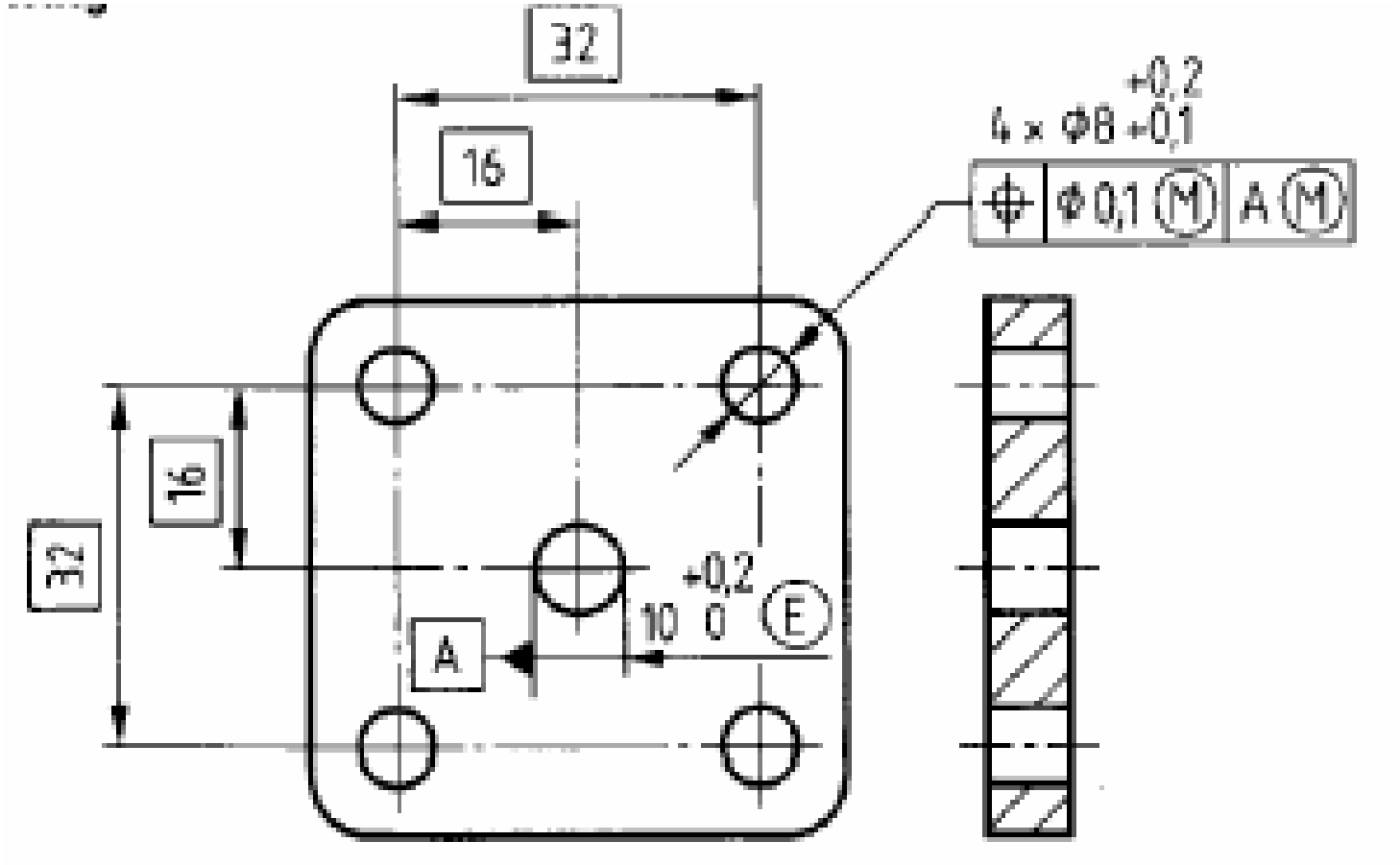
Table 2

Diameter of hole of perfect form	Positional tolerance
8 MMS	0
8,04	0,04
8,08	0,08
8,12	0,12
8,16	0,16
8,2	0,2

ANSI:

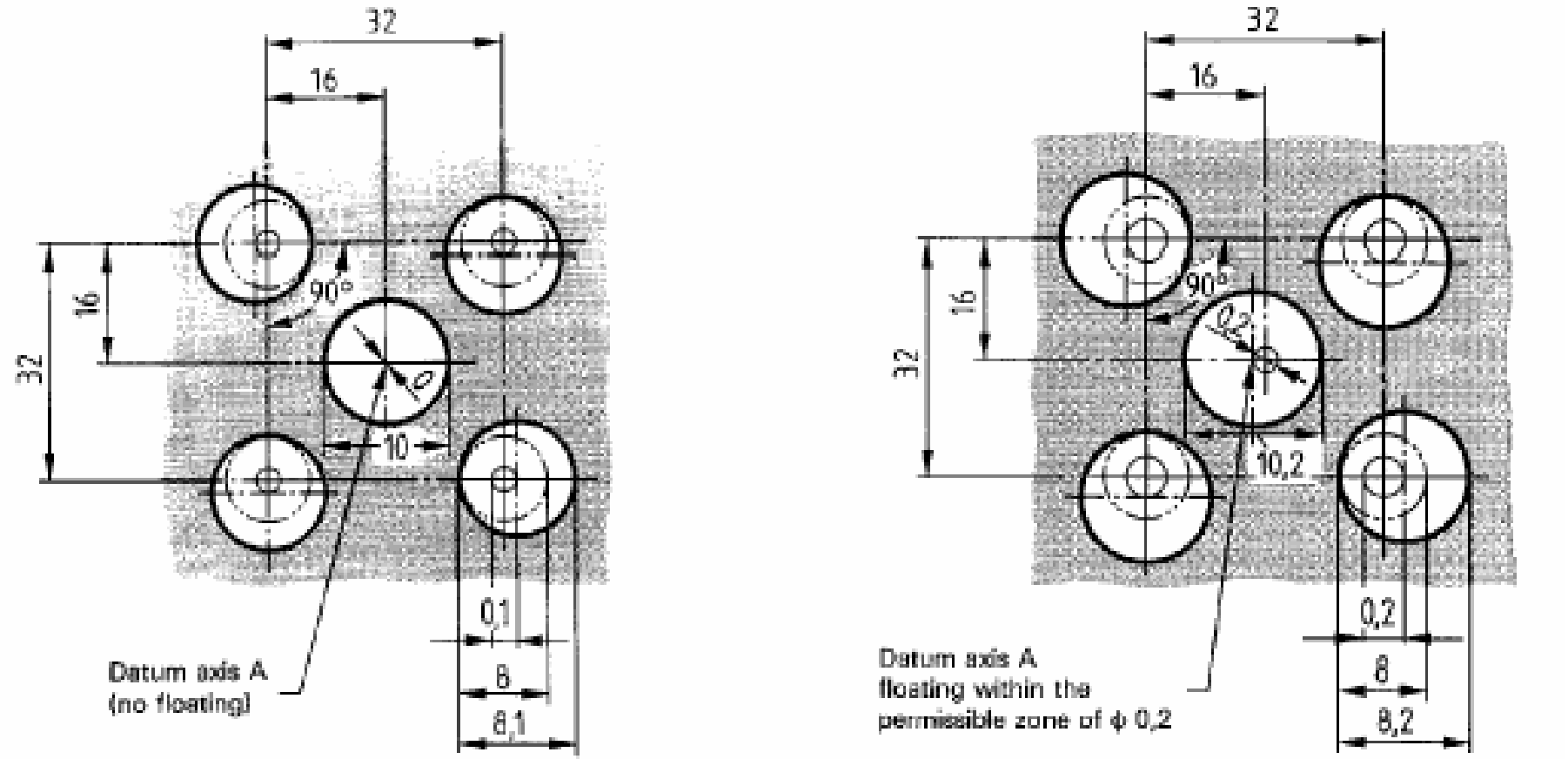
ISO:

Position موقعیت



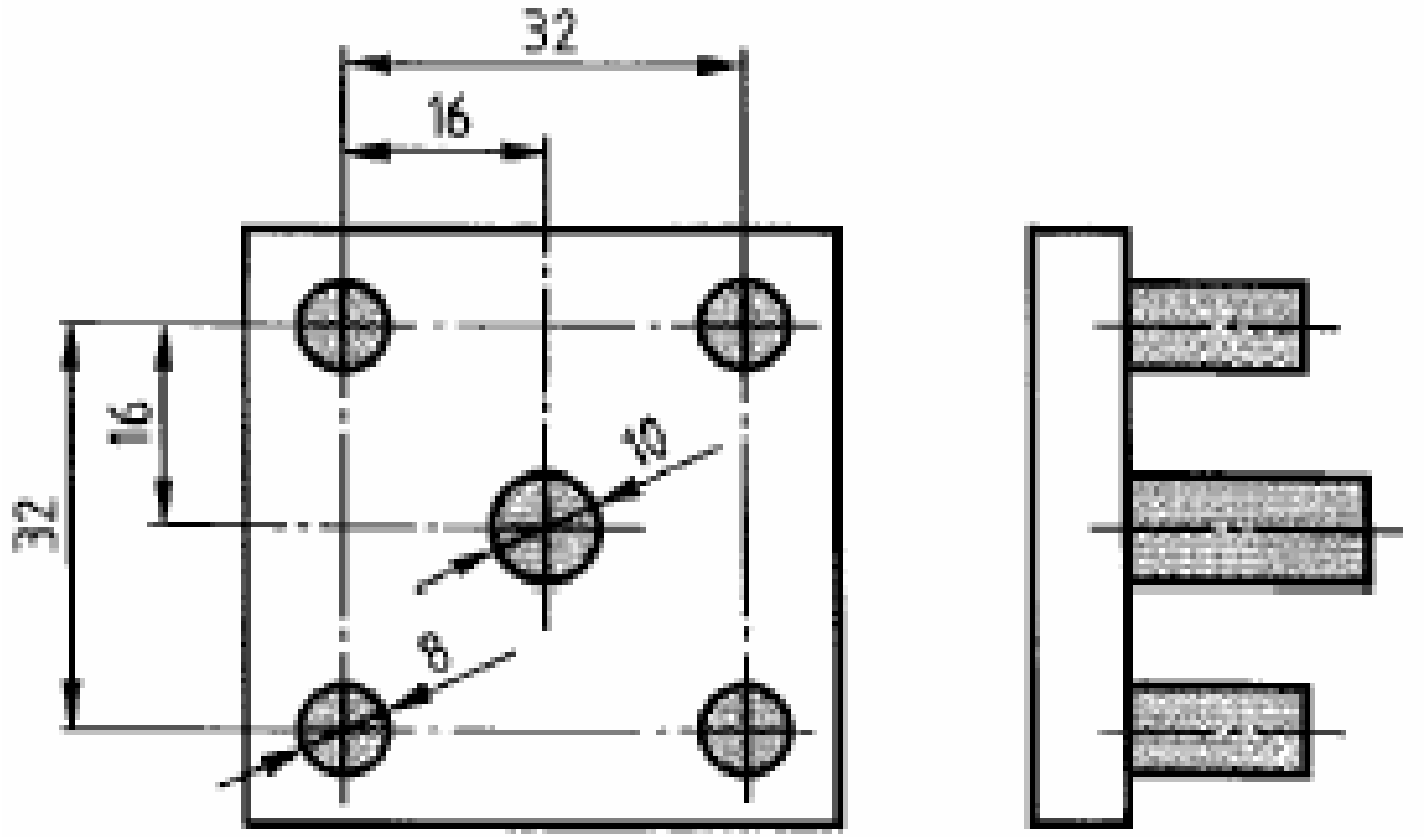
ANSI:	ISO:

Position موقعیت



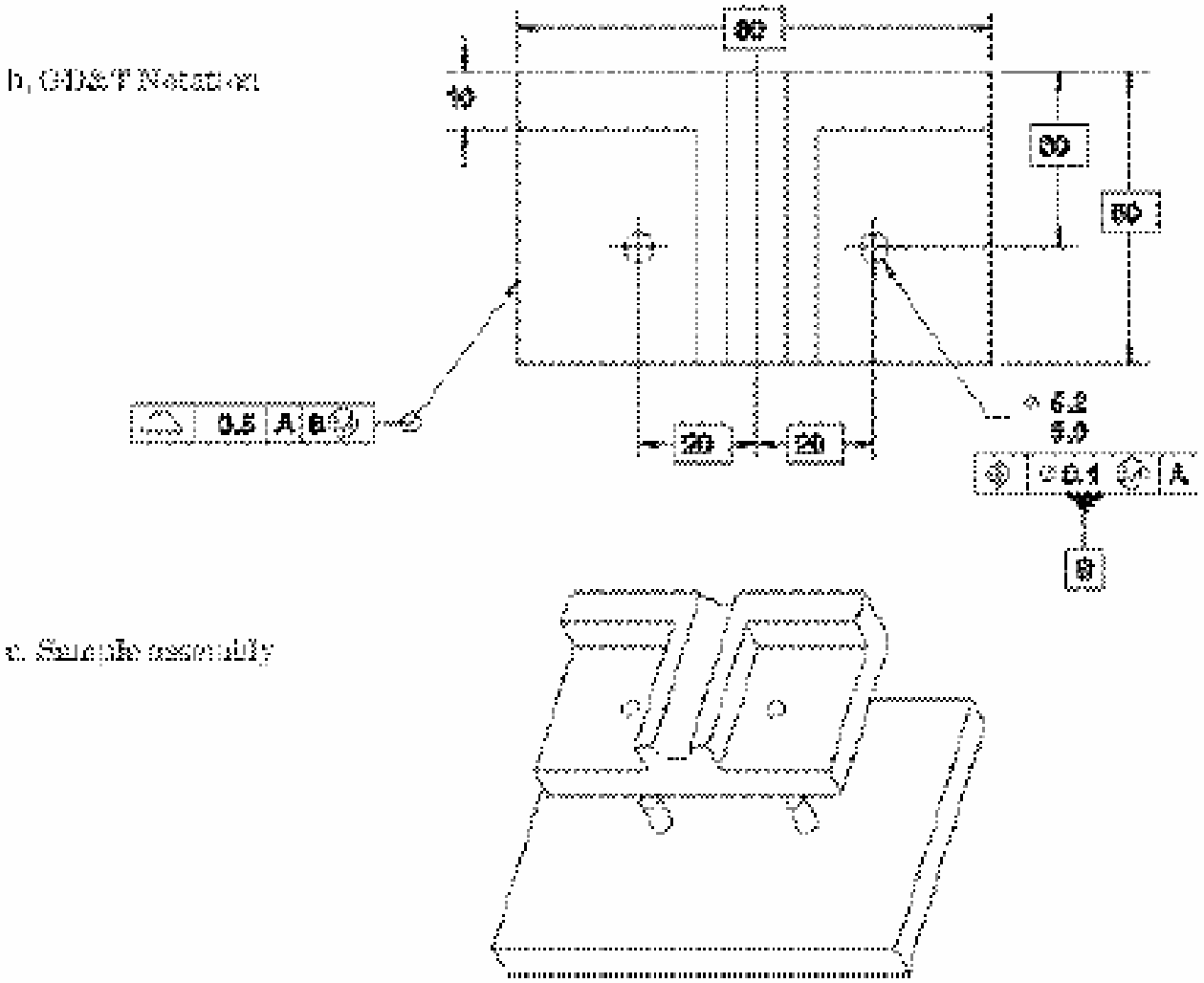
ANSI:	ISO:

Position موقعیت



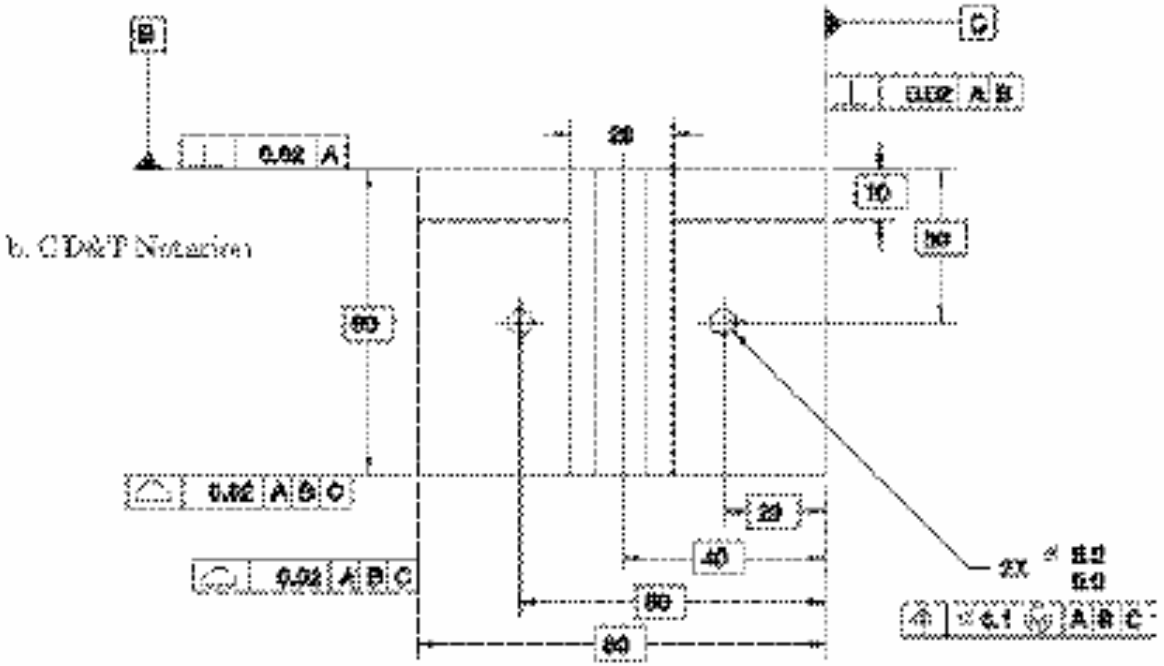
ANSI:	ISO:

Position موقعیت



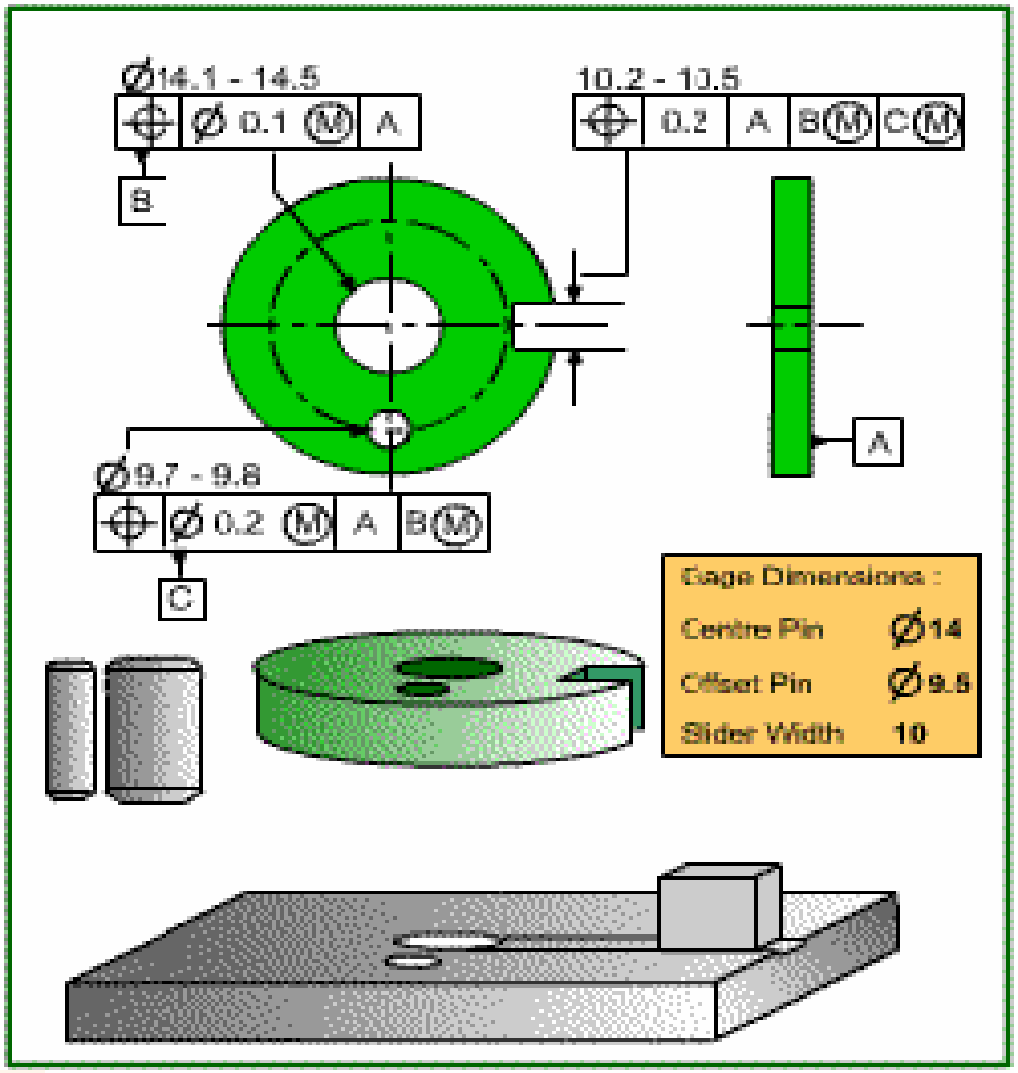
ANSI:	ISO:

Position موقعیت



ANSI:	ISO:

Position موقعیت

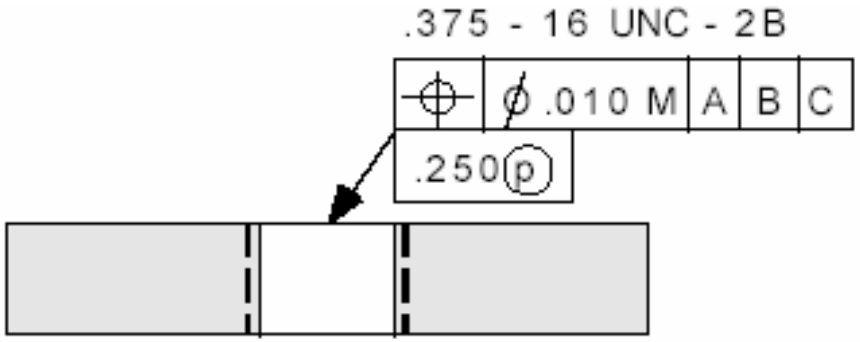


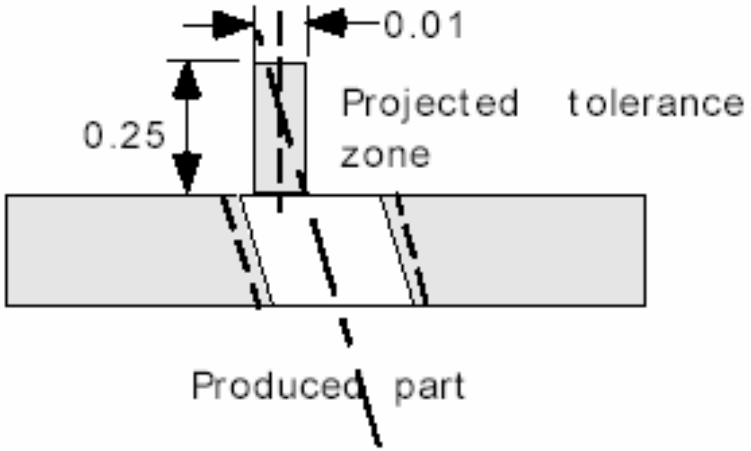
ANSI:	ISO:

Position موقعیت

- **تغییر دهنده ها**
  - تغییر دهنده P (ناحیه تلرانسی تصویری)

تغییر دهنده ها Modifiers

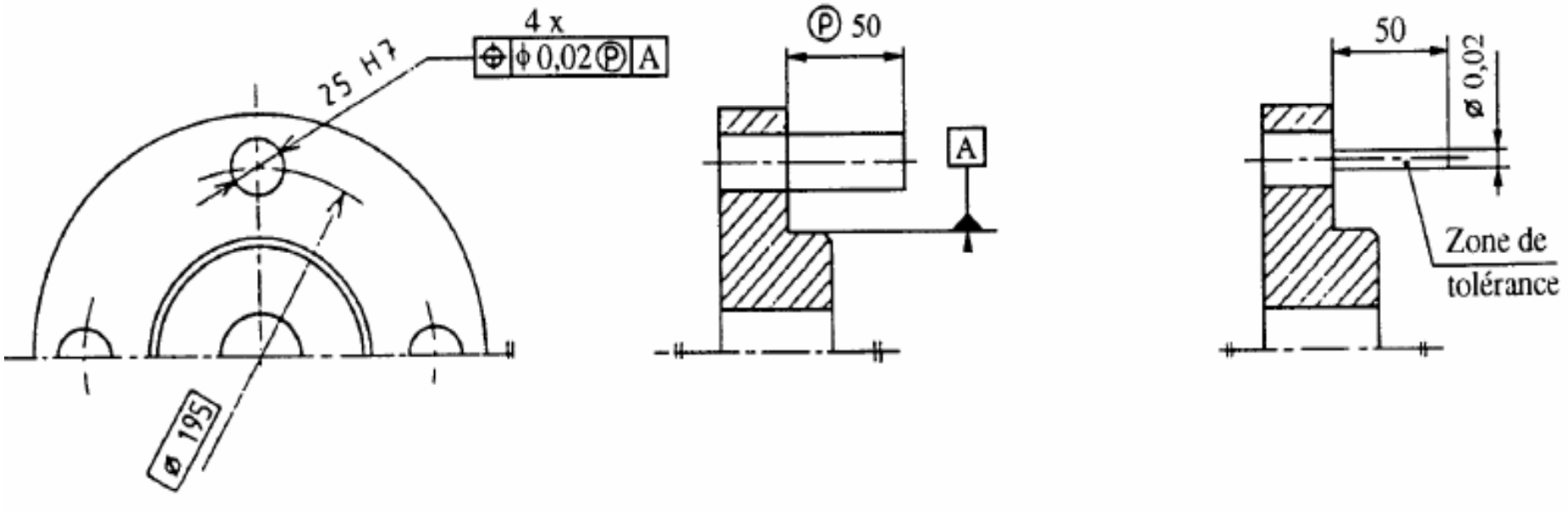




ANSI:

ISO:

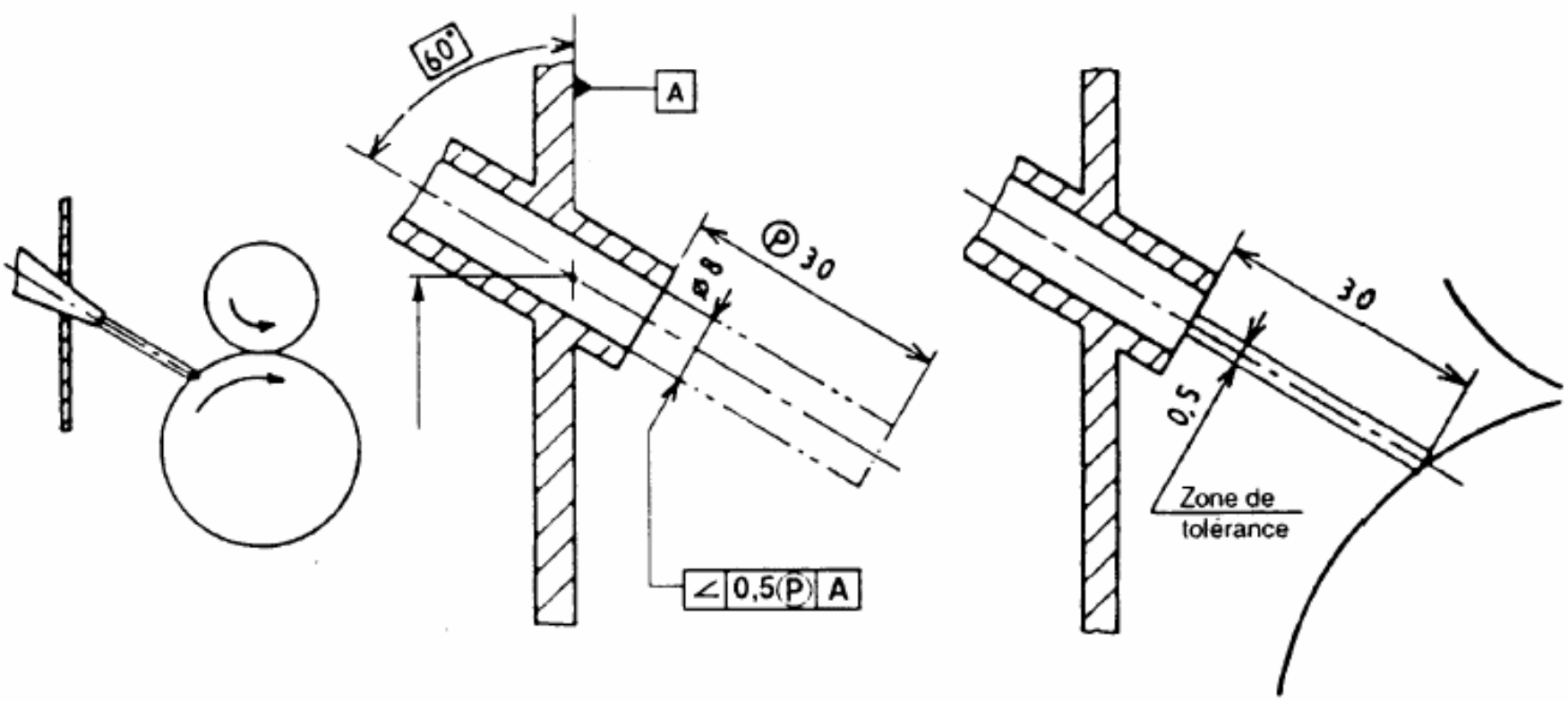
Modifiers تغییر دهنده ها



ANSI:

ISO:

تغییر دهنده ها Modifiers



ANSI:

ISO:

Position موقعیت

- **روشهای اندازه گیری موقعیت**
  - اندازه گیری موقعیت توسط پروفایل پروژکتور

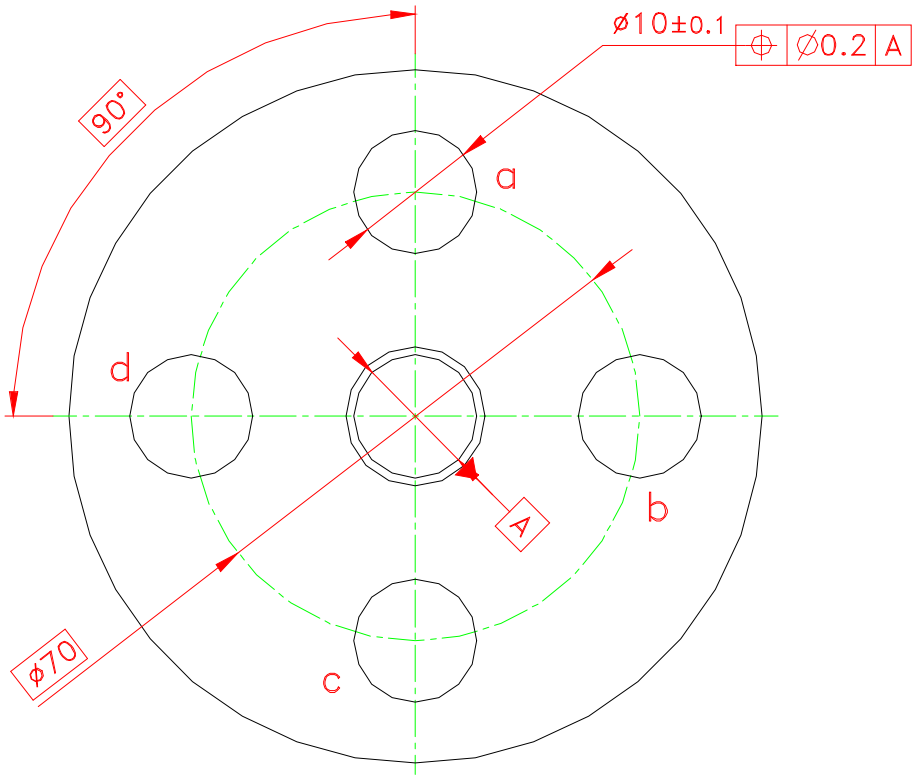
$$2\times Dist. \le Tol.$$

  - اندازه گیری موقعیت توسط دستگاه ارتفاع سنج دوبعدی

$$2\times\sqrt{(x-x_0)^2+(y-y_0)^2} \le Tol.$$

  - اندازه گیری موقعیت توسط CMM

Position موقعیت

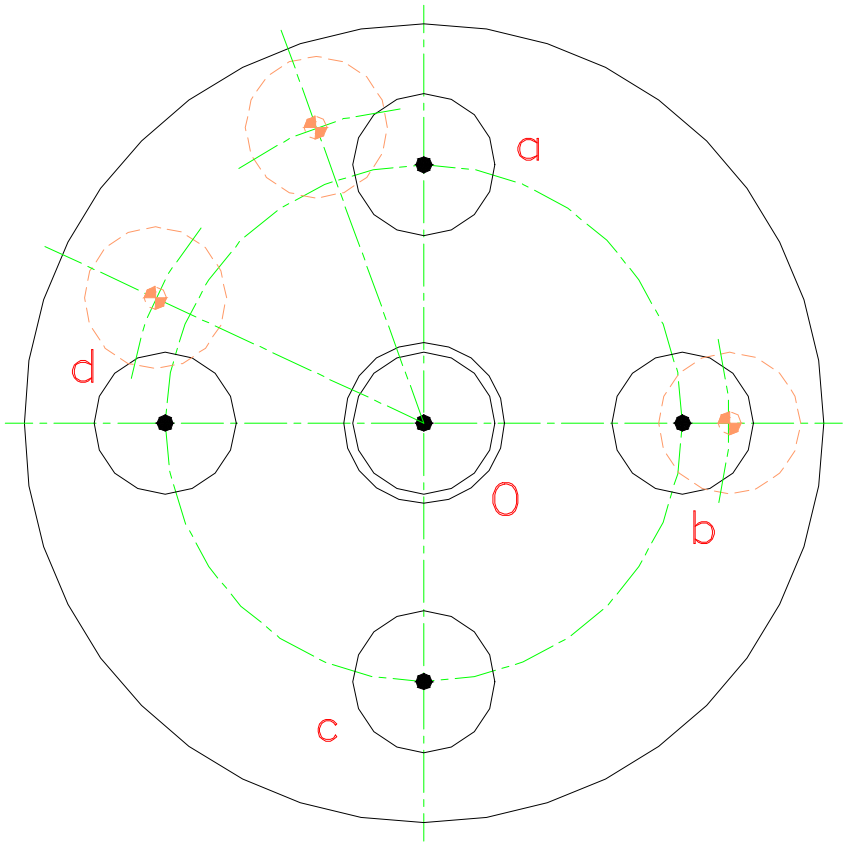


خط پر: معرف قطعه ایده‌آل (نقشه)

ANSI:

ISO:

Position موقعیت

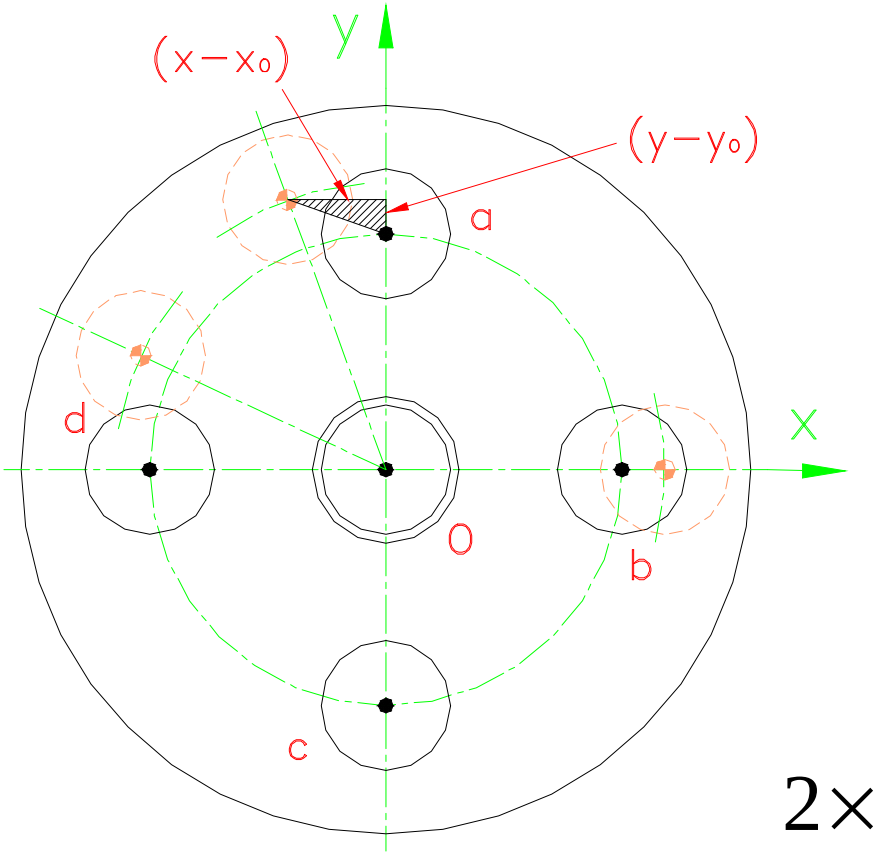


اندازه‌گیری موقعیت توسط دستگاه پروفایل پروژکتور

$$2 \times Dist. \leq Tol.$$

خط پر: معرف قطعه ایده‌آل (نقشه)
خط چین: معرف قطعه واقعی (تولید شده)

Position موقعیت



اندازه‌گیری موقعیت توسط دستگاه ارتفاع سنج دوبعدی

خط پر: معرف قطعه ایده‌آل (نقشه)
خط چین: معرف قطعه واقعی (تولید شده)

$$2\times\sqrt{(x-x_0)^2+(y-y_0)^2}\le Tol.$$

هم محوری/هم مرکزی Concentricity

- **یادآوری:**
  - در بحث قبلی هرجائیکه بحث موقعیت است ، یک **فاصله** در کار است
  - هم محوری و تقارن زمانی مطرح میشود که مقدار **فاصله صفر** باشد یعنی بحث **انطباق** صورت میگیرد
  - هم محوری و هم مرکزی در مورد **محور یا مرکز** صادق است ولی تقارن در سایر موارد (غیر محور یا مرکز) صادق است

هم محوری/هم مرکزی Concentricity

- **وقتی گفته میشود هم محوری Coaxiality , یعنی:**
  - محور نسبت به محور

- **وقتی گفته میشود هم مرکزی Concentricity , یعنی:**
  - مرکز نسبت به مرکز
  - محور نسبت به مرکز
  - مرکز نسبت به محور

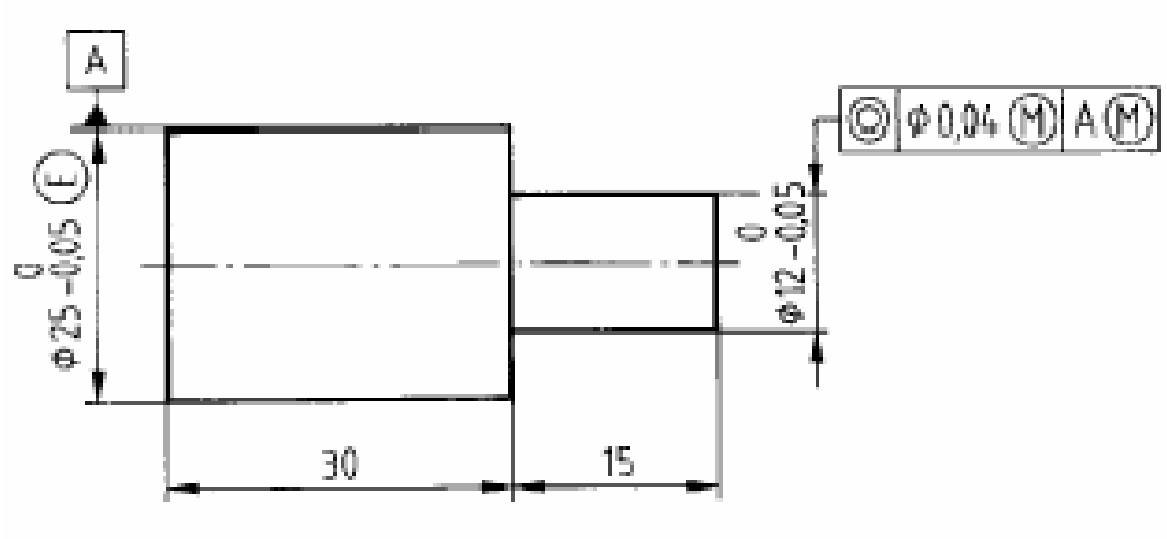
- وقتی میگوییم مرکز یعنی : ضخامت صفر (مثل: ورقها , واشرها و ...)

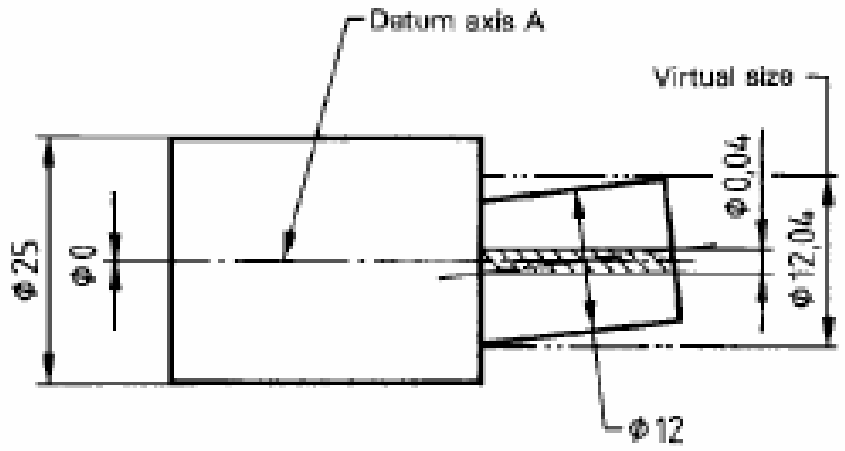
هم محوری Coaxiality

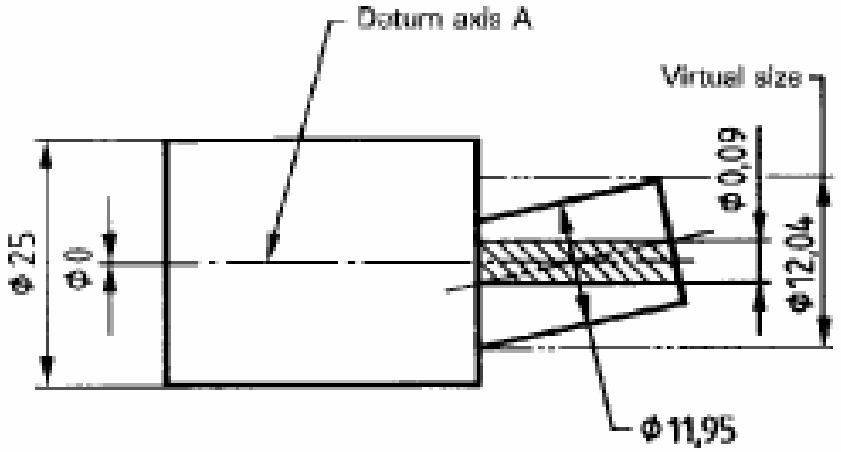
- **در هم محوری Coaxiality :**
  - ناحیه تلرانسی همیشه مقطع Ø دارد یعنی دایره یا استوانه است
  - مبنا همیشه محور است
  - جهت فلش تلرانس هندسی باید روی محور استوانه مورد نظر باشد

- **هم محوری در ماکزیمم ماده امکان پذیر است**

Coaxiality هم محوری

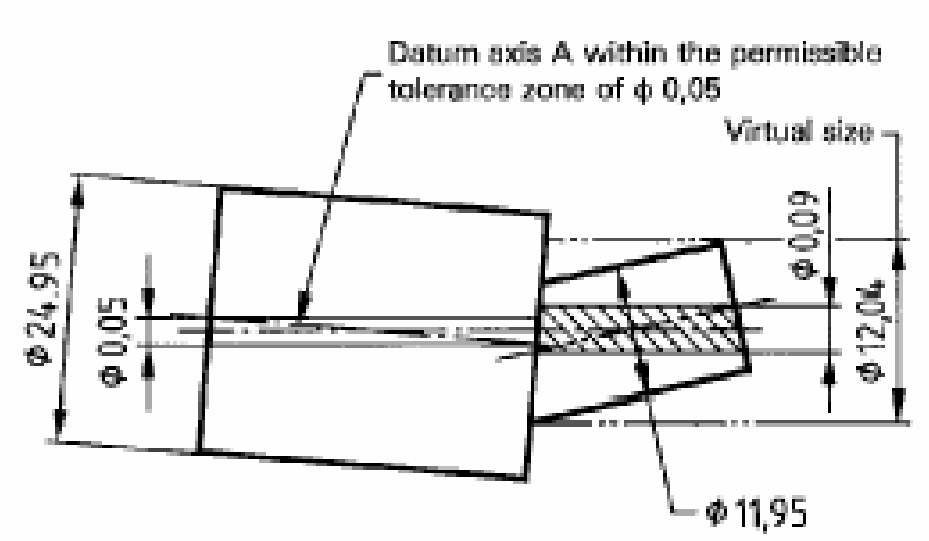


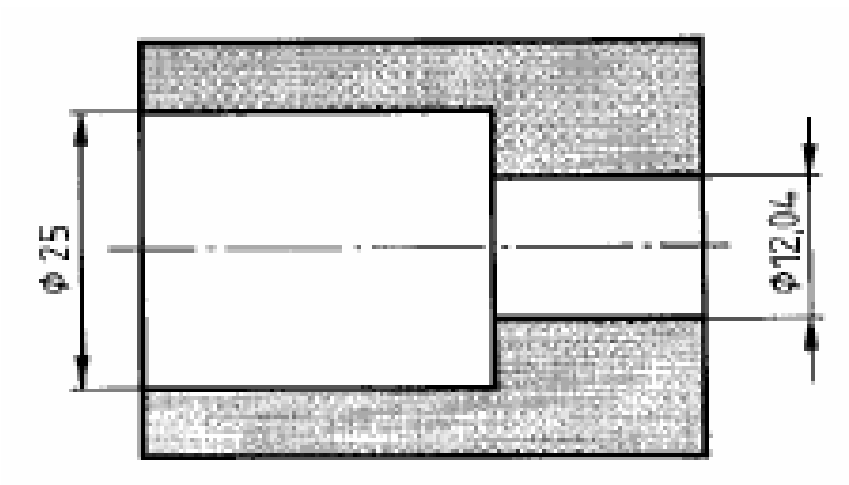




ANSI:	ISO:

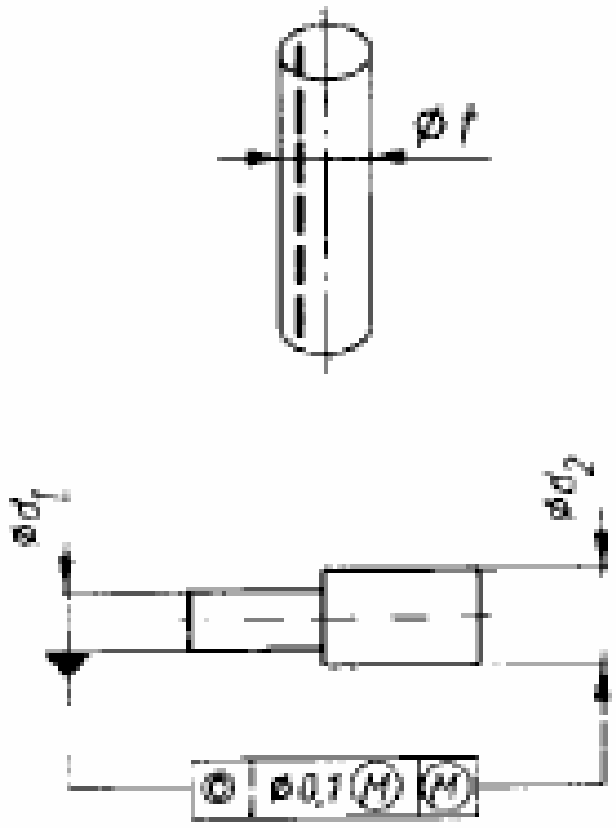
Coaxiality هم محوری

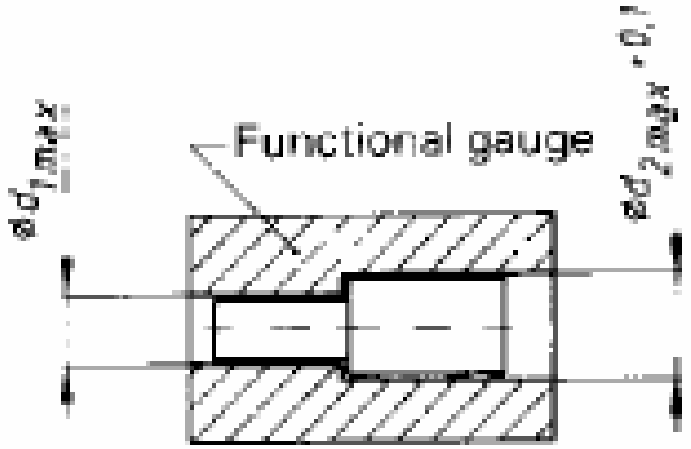




ANSI:	ISO:

Coaxiality هم محوری





Check the object using a functional gauge.

Indicate the datum and feature axis with cc

ANSI:	ISO:

هم محوری Coaxiality

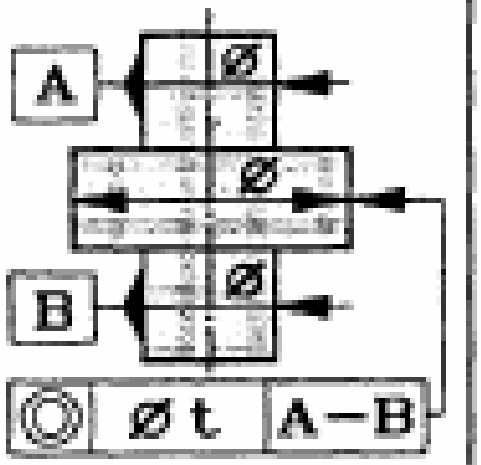
- **روش اندازه گیری هم محوری Coaxiality :**
  - از طریق ساعت اندازه گیری (اشکال اینست که محور استوانه اندازه گیری نمیشود بلکه سطح استوانه اندازه گیری میشود بنابراین خطای فرم سطح استوانه نیز اضافه میشود) یعنی:

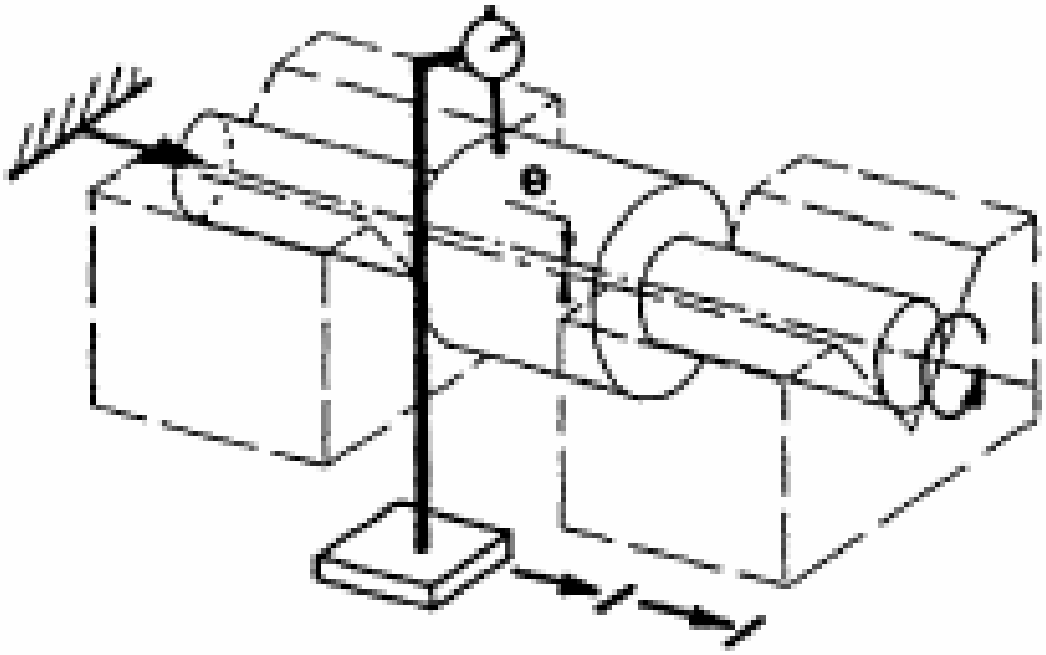
$$2 \times FIM \leq Tol$$

لنگی اندازه گیری میشود

  - از طریق فرم تستر یا CMM

Coaxiality هم محوری





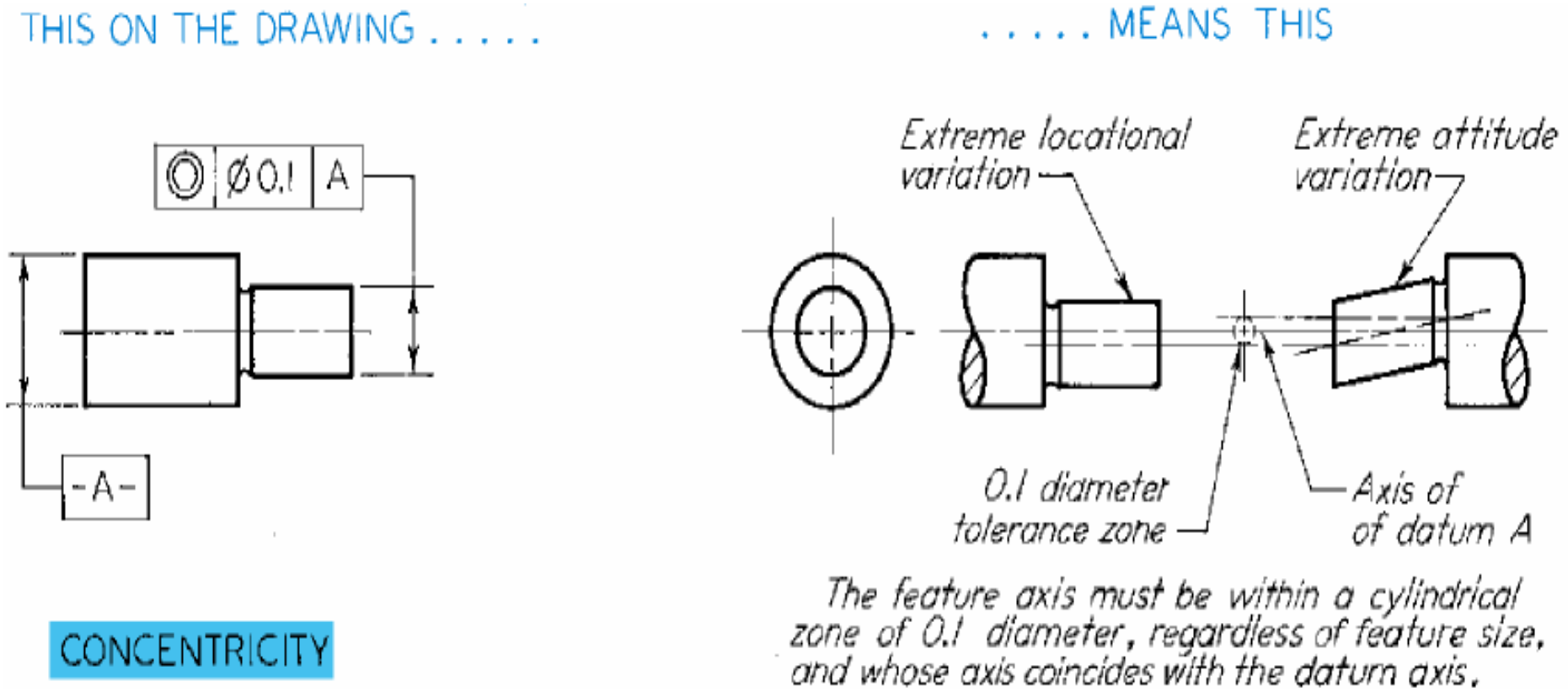
ANSI:

ISO:

Concentricity هم مرکزی

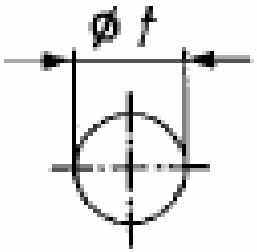
- **در هم مرکزی Concentricity :**
  - زمانی مطرح میشود که در یک فاصله مورد نظر از استوانه خطای هم مرکزی لازم است اندازه گیری شود

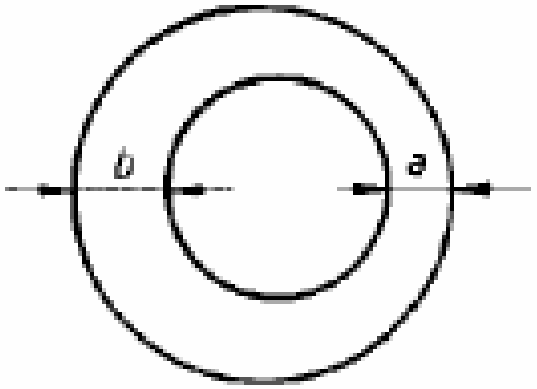
Concentricity هم مرکزی

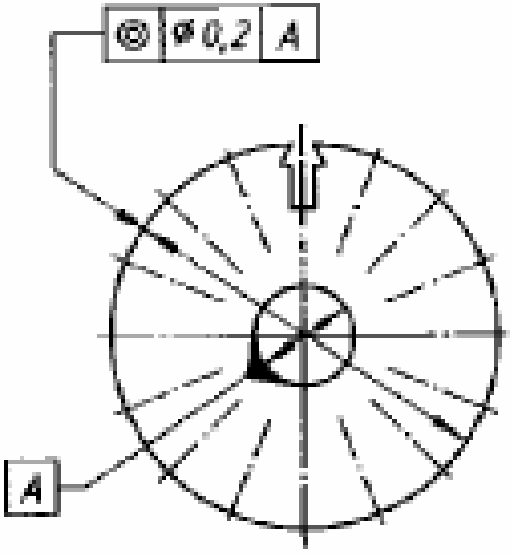


ANSI:	ISO:

Concentricity هم مرکزی







Find, by measuring, the minimum distance *a* between datum circumference and the feature circumferer Measure distance *b* in the opposite position (180° apar

The concentricity deviation is half the difference betw distances *a* and *b*.

The deviation shall not exceed half the tolerance value.

ANSI:	ISO:

تقارن Symmetry

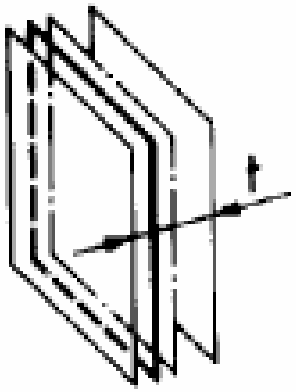
- **یادآوری:**
  - هم محوری و هم مرکزی زمانی مطرح میشود که مقدار **فاصله صفر** باشد یعنی بحث **انطباق** (در مورد محور یا مرکز) صورت میگیرد
  - **تقارن یعنی انطباق در سایر موارد (غیر محور یا مرکز) صادق است**
    - انطباق مرکز نسبت به مرکز یعنی هم مرکزی
    - انطباق محور نسبت به محور یعنی هم محوری
    - انطباق صفحه نسبت به صفحه یعنی تقارن
    - انطباق صفحه نسبت به محور یعنی تقارن
    - انطباق محور نسبت به صفحه یعنی تقارن

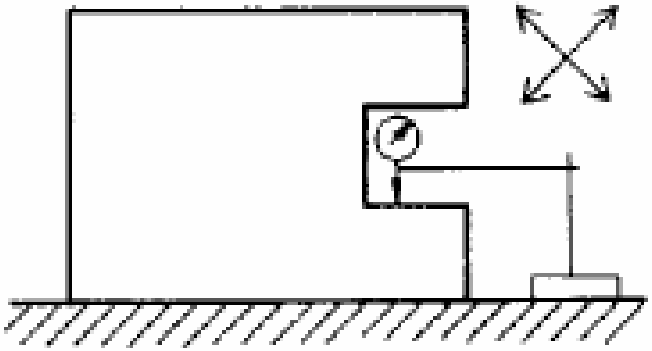
Symmetry تقارن

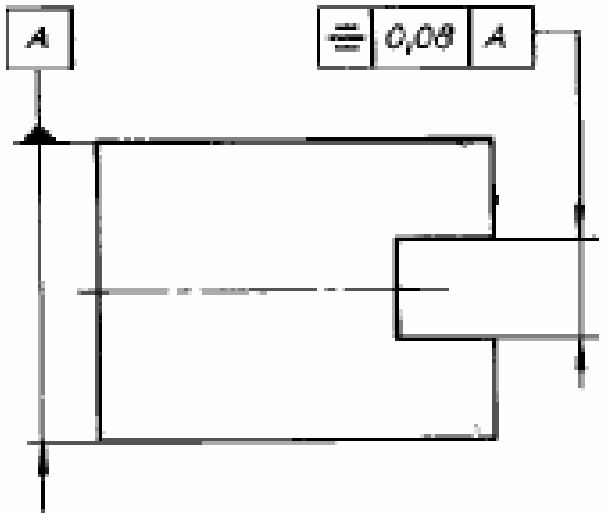
- همانطوریکه در بحث هم محوری ناحیه تلرانسی حول محور مبنا تشکیل میشود ، در بحث تقارن نیز ناحیه تلرانسی **بطور مساوی حول مبنا** تشکیل میشود **(بدون فاصله)**

- **تقارن در ماکزیمم ماده امکان پذیر است**

Symmetry تقارن







Place the object on a surface plate.

Measure the distance between the surface plate and feature.

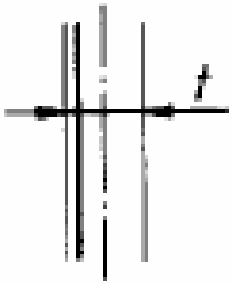
Turn the object and repeat the measurement.

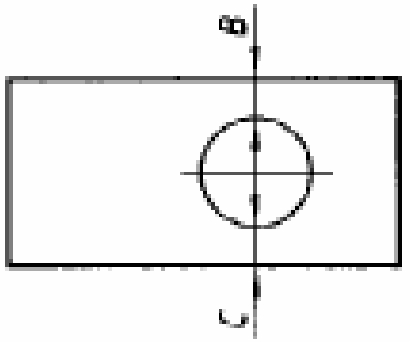
The symmetry deviation is half the difference between distances measured.

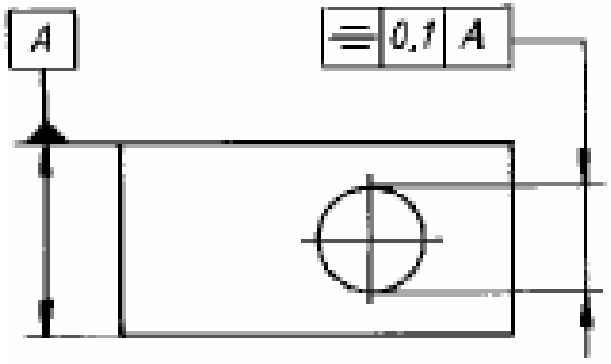
The deviation shall not exceed half the tolerance value.

ANSI:	ISO:

Symmetry تقارن







Measure the distances from the feature surface to points the datum surface.

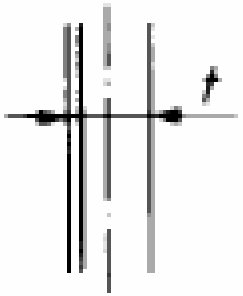
The symmetry deviation is half the difference between distances *B* and *C*.

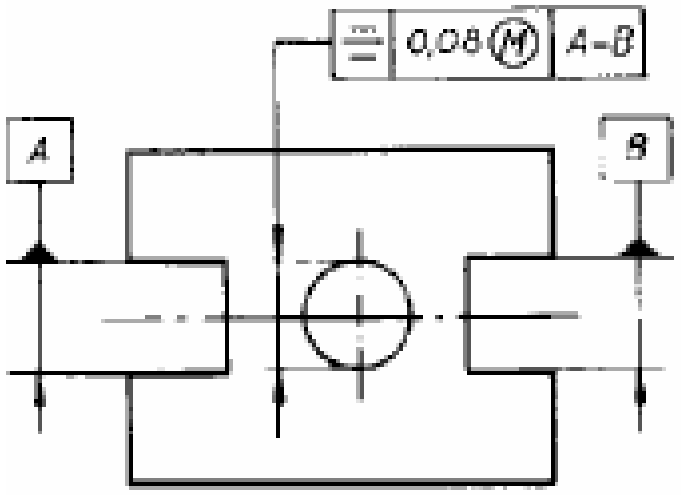
The deviation shall not exceed half the tolerance value.

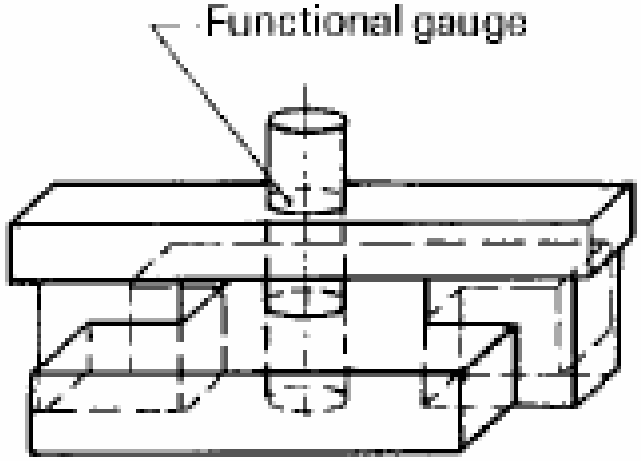
ANSI:

ISO:

Symmetry تقارن







Check the object using a functional gauge.

Simulate the datums using two tabs.

Check the symmetry deviation using a cylin propriate size.

ANSI:

ISO:

لنگی Run-out

- **انواع لنگی :**
  - لنگی ساده Simple Run-out (Circular Run-out)
  - لنگی کلی Total Run-out

لنگی ساده یک تلرانس دو بعدی است و لنگی کلی یک تلرانس سه بعدی است

- لنگی جزء تلرانسهایی است که نیاز به مبنا دارد ، پس مستطیل تلرانس حداقل سه خانه است
- ناحیه تلرانسی همیشه **یک فاصله** است
- لنگی همیشه **نسبت به محور** است پس مبنا همیشه محور است

Run-out لنگی

- **لنگی همیشه نسبت به محور است پس مبنا همیشه محور است :**
  - اگر راستای فلش مستطیل تلرانس در جهت محور مبنا باشد به آن لنگی محوری (پیشانی) Axial Run-out گفته میشود
  - اگر راستای فلش مستطیل تلرانس در جهت عمود بر محور مبنا باشد به آن لنگی شعاعی Radial Run-out گفته میشود

Simple Run-out لنگی ساده

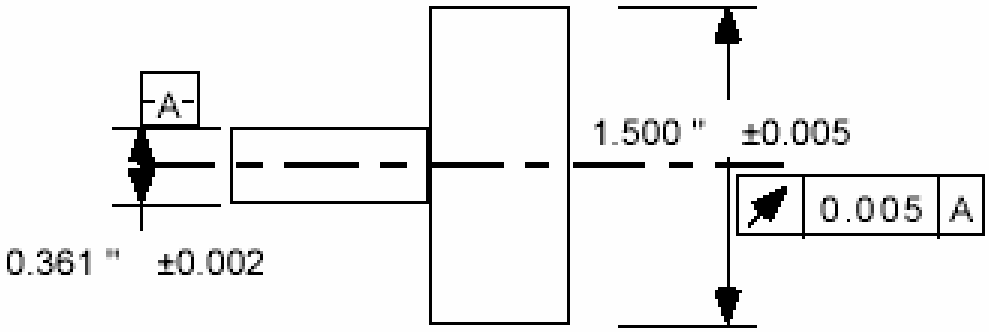
- **Simple Run-out لنگی ساده**
  - Axial Simple Run-out لنگی ساده محوری
  - Radial Simple Run-out لنگی ساده شعاعی

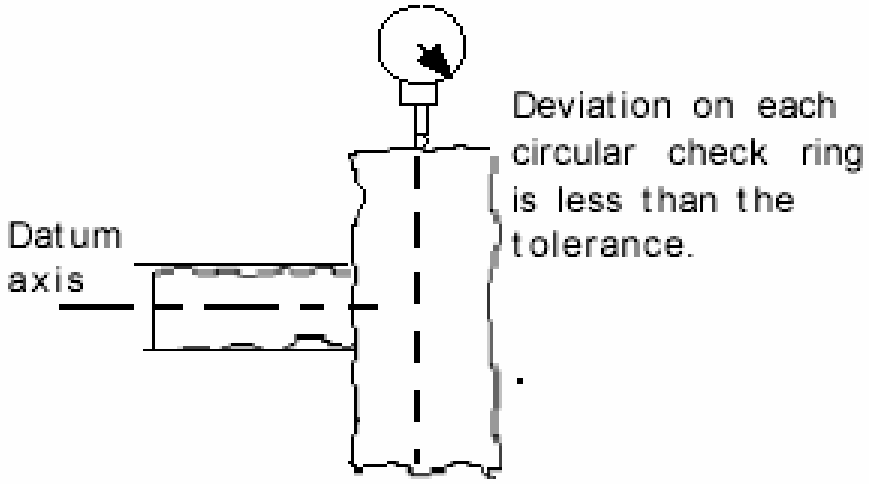
- ناحیه تلرانسی **فاصله** بین دو دایره هم مرکز میباشد

- **در لنگی ساده شعاعی ، برای هر دفعه اندازه گیری ساعت صفر می شود**
  - بزرگترین FIM ساعت بعنوان خطای لنگی ساده شعاعی می باشد

$$FIM \leq Tol$$

Simple Run-out لنگی ساده

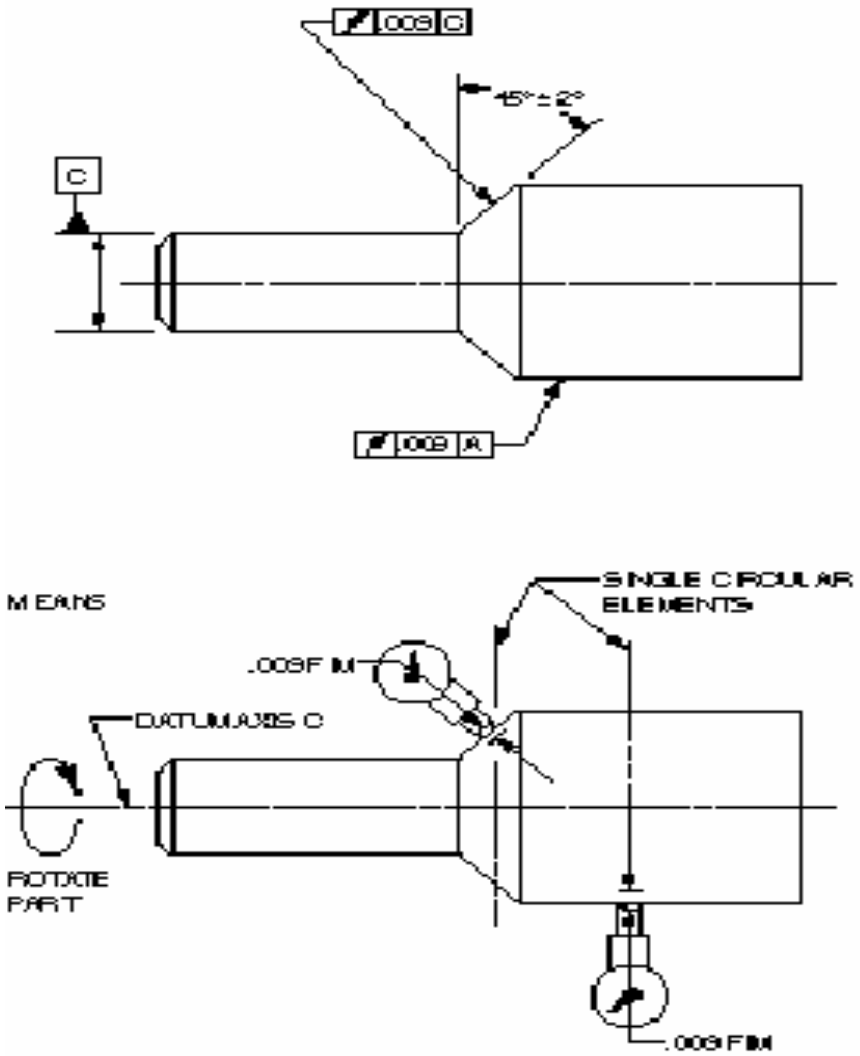




ANSI:

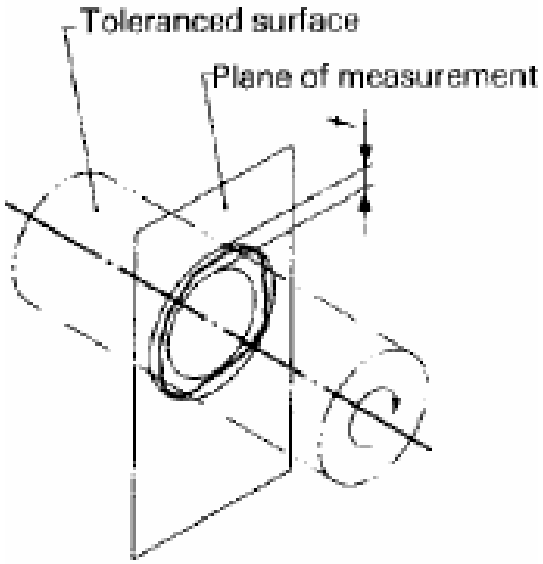
ISO:

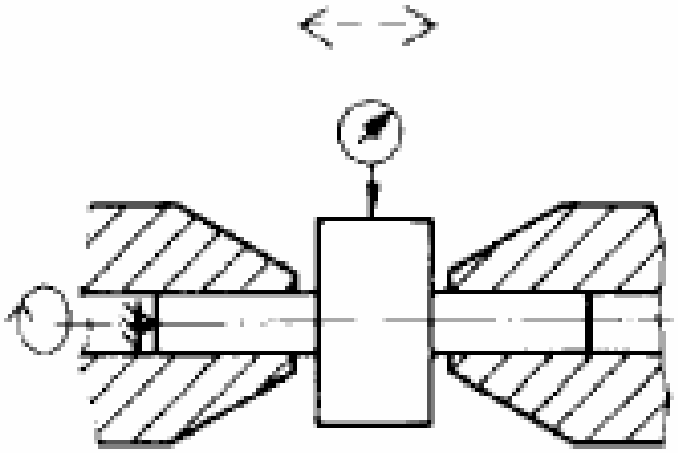
Simple Run-out لنگی ساده



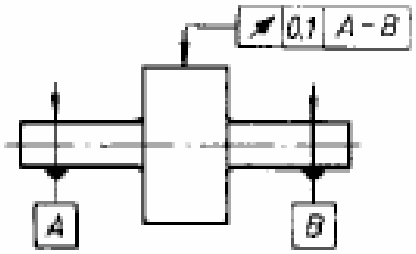
ANSI:	ISO:

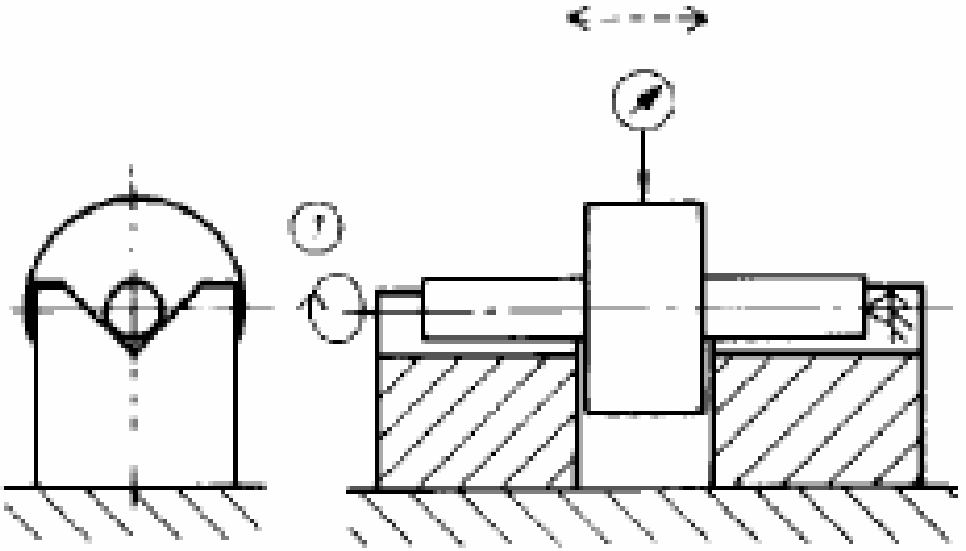
Simple Run-out لنگی ساده





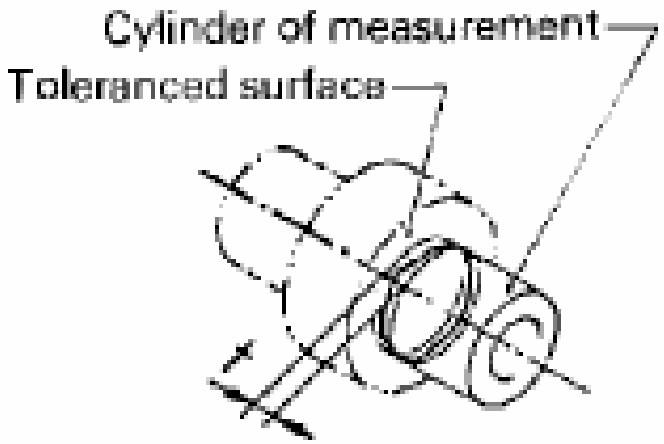
FIM ≤ Tol



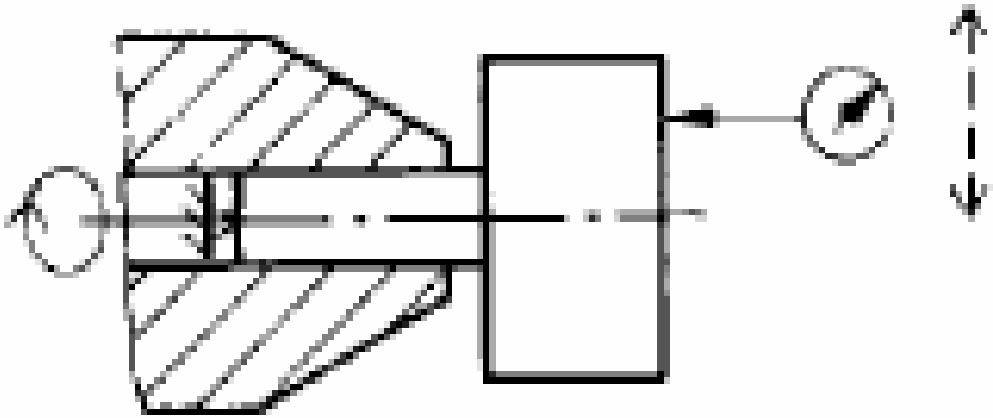


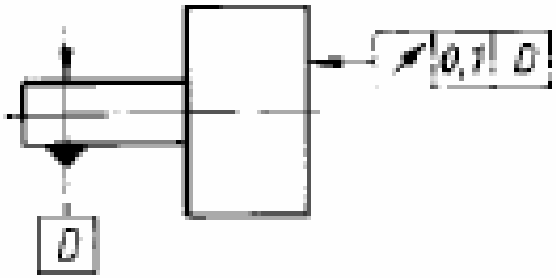
ANSI:	ISO:

Simple Run-out لنگی ساده



FIM ≤ Tol





ANSI:

ISO:

Total Run-out لنگی کلی

- **Total Run-out لنگی کلی**
  - Axial Simple Run-out لنگی کلی محوری
  - Radial Simple Run-out لنگی کلی شعاعی

- ناحیه تلرانسی **فاصله** بین دو استوانه هم محور با محور مبنا میباشد

- **در لنگی کلی شعاعی ، فقط یکبار ساعت اندازه گیری صفر می شود**
  - بزرگترین FIM ساعت بعنوان خطای لنگی کلی شعاعی می باشد

$$FIM \leq Tol$$

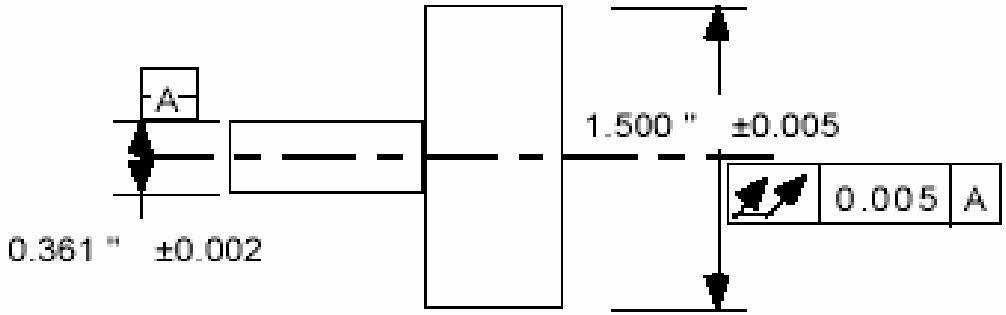
Total Run-out لنگی کلی

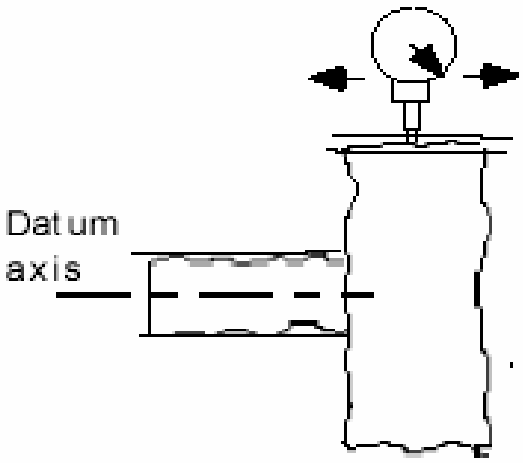
- لنگی ساده میتواند **صفر** باشد ولی لنگی کلی **غیر صفر** باشد
- لنگی کلی از **کل سطح** صحبت میکند ولی لنگی ساده **فقط از یک نقطه** از سطح صحبت میکند

ANSI:

ISO:

Total Run-out لنگی کلی

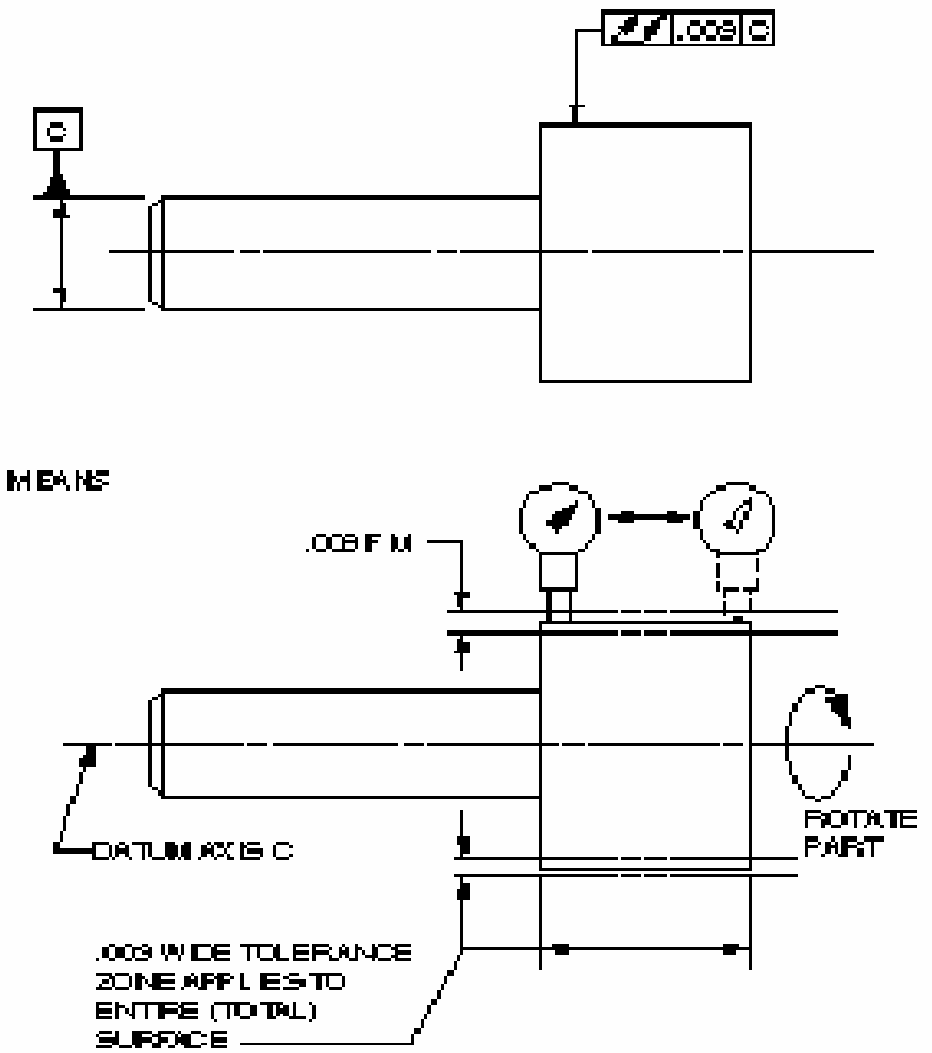




Deviation on the total swept when the part is rotating is less than the tolerance.

ANSI:	ISO:

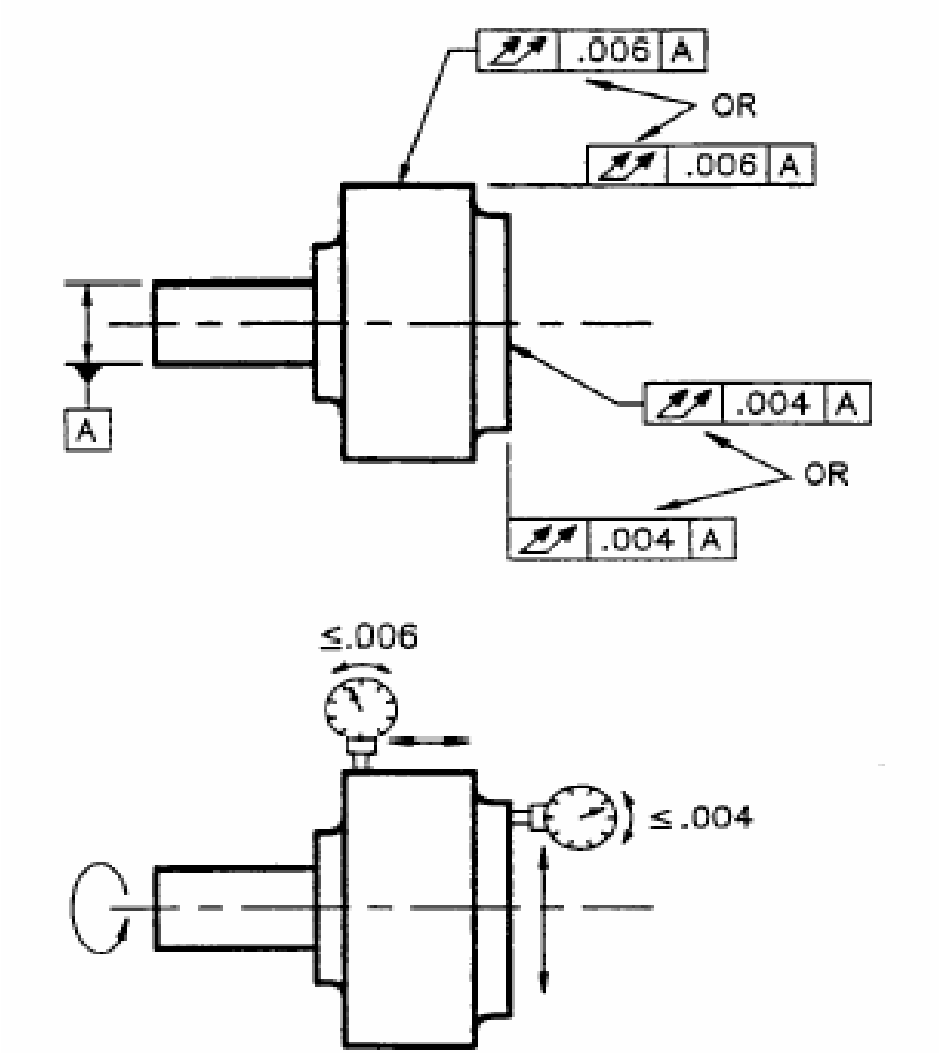
Total Run-out لنگی کلی



ANSI:

ISO:

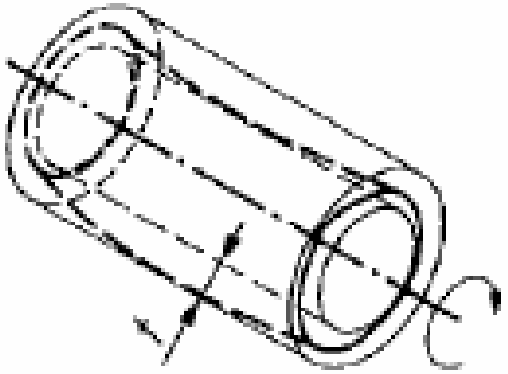
Total Run-out لنگی کلی

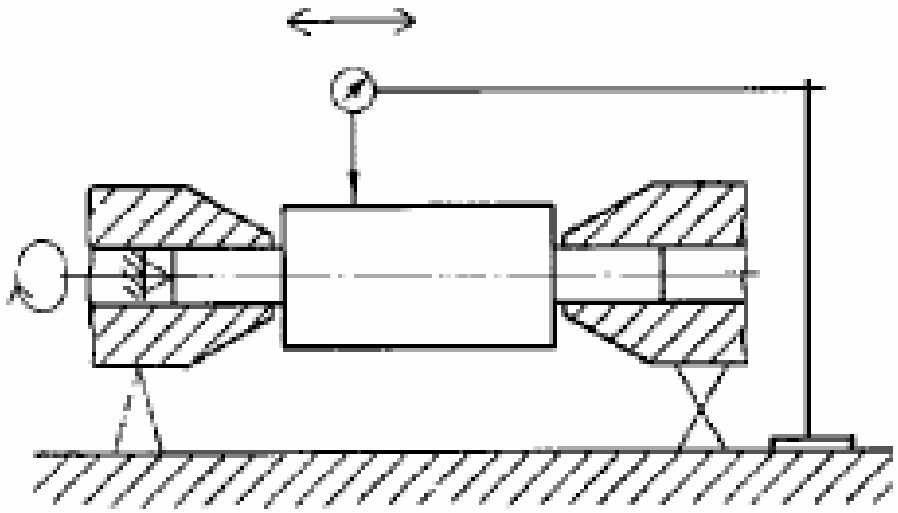


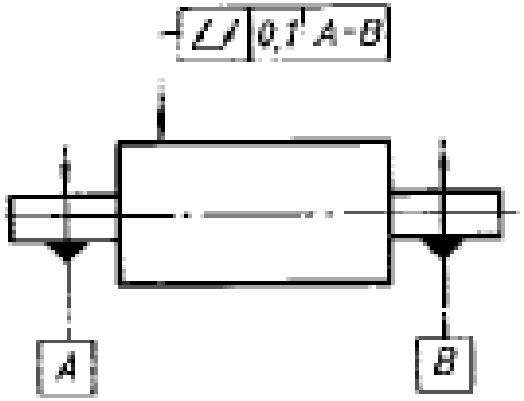
ANSI:

ISO:

Total Run-out لنگی کلی







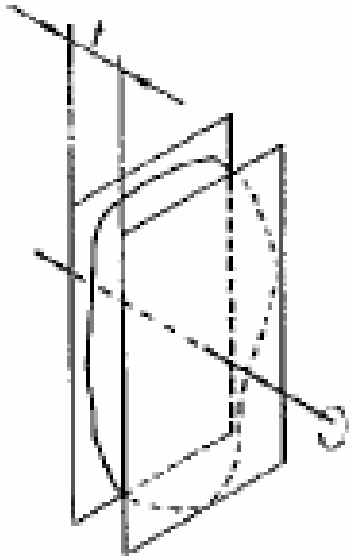
Place the object in two coaxial circumscribing aligned parallel to the surface plate.

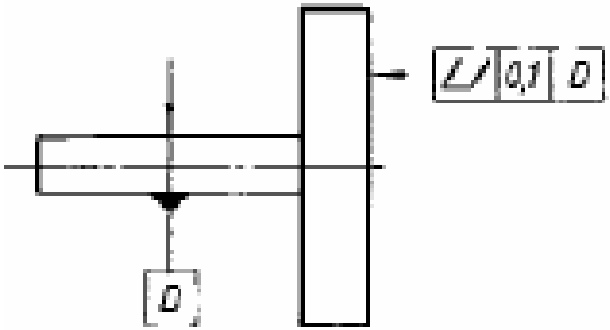
Fix the object axially.

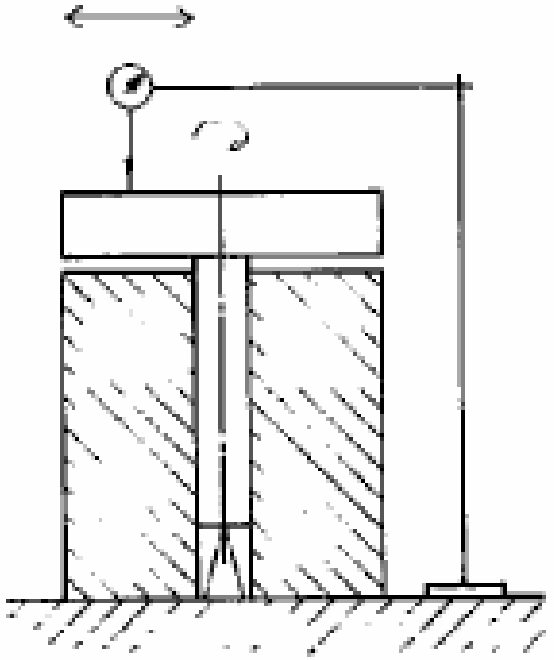
ANSI:

ISO:

Total Run-out لنگی کلی







Align the object in one circumscribing guide to the surface plate.

Fix the object axially.

ANSI:

ISO:

پروفیل Profile

- **انواع پروفیل :**
  - پروفیل خط Profile of line
  - پروفیل سطح Profile of surface

- اکثر تلرانسهای هندسی که قبلا بحث شده را میتوان بعنوان تلرانس پروفیل ارایه نمود (مانند: تلرانسهای فرم ، تلرانسهای راستا و تلرانسهای مکان)
- اگر تلرانس پرفیل سطح **بدون مبنا** باشد یعنی: تختی یا استوانه ای
- اگر تلرانس پرفیل سطح دارای **مبنا** باشد یعنی: توازی ، تعامد ، زاویه ای و موقعیت

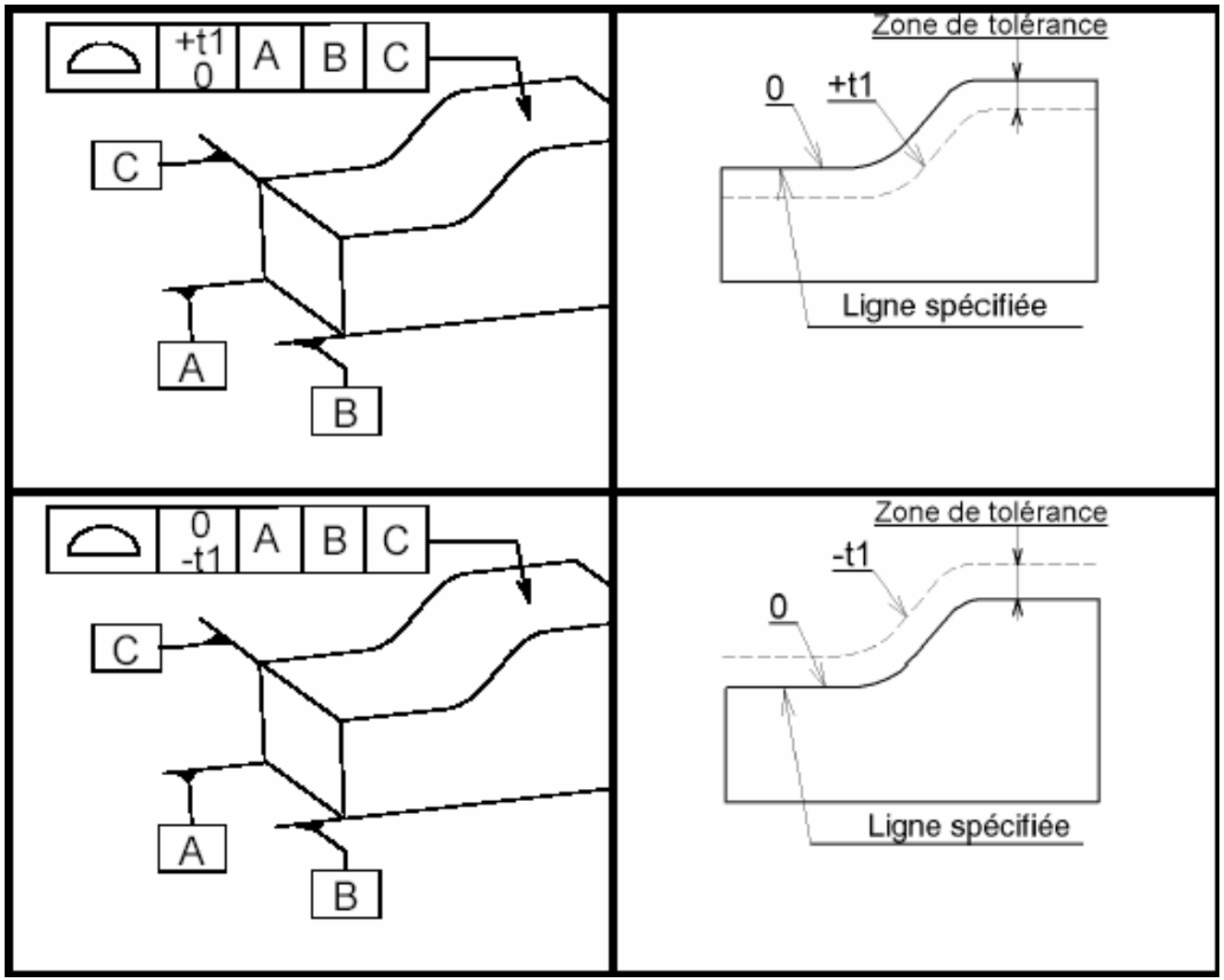
پروفیل Profile

- **ناحیه تلرانسی در پروفیل :**
  - در ISO ناحیه تلرانسی بطور مساوی (شبیه تقارن) حول پروفیل نقشه (تئوریک) تشکیل میشود
  - بعبارت دیگر ISO میگوید ، ناحیه تلرانسی پروفیل بصورت یک **کره** میباشد که مرکز آن روی تمامی خطوط پروفیل نقشه (تئوریک) تشکیل میشود
  - یعنی پوسته هایی که بینهایت **کره** را از بیرون و داخل بغل کرده است

Profile پروفیل

- **تعریف قدیمی ISO برای ناحیه تلرانسی :**
  - اگر در مستطیل تلرانسی نوشته شود (+t) ، ناحیه تلرانسی داخل پروفیل نقشه تعیین میشود
  - اگر در مستطیل تلرانسی نوشته شود (-t) ، ناحیه تلرانسی بیرون پروفیل نقشه تعیین میشود
  - اگر در مستطیل تلرانسی نوشته شود (t) ، ناحیه تلرانسی بطور مساوی بر روی پروفیل نقشه تعیین میشود

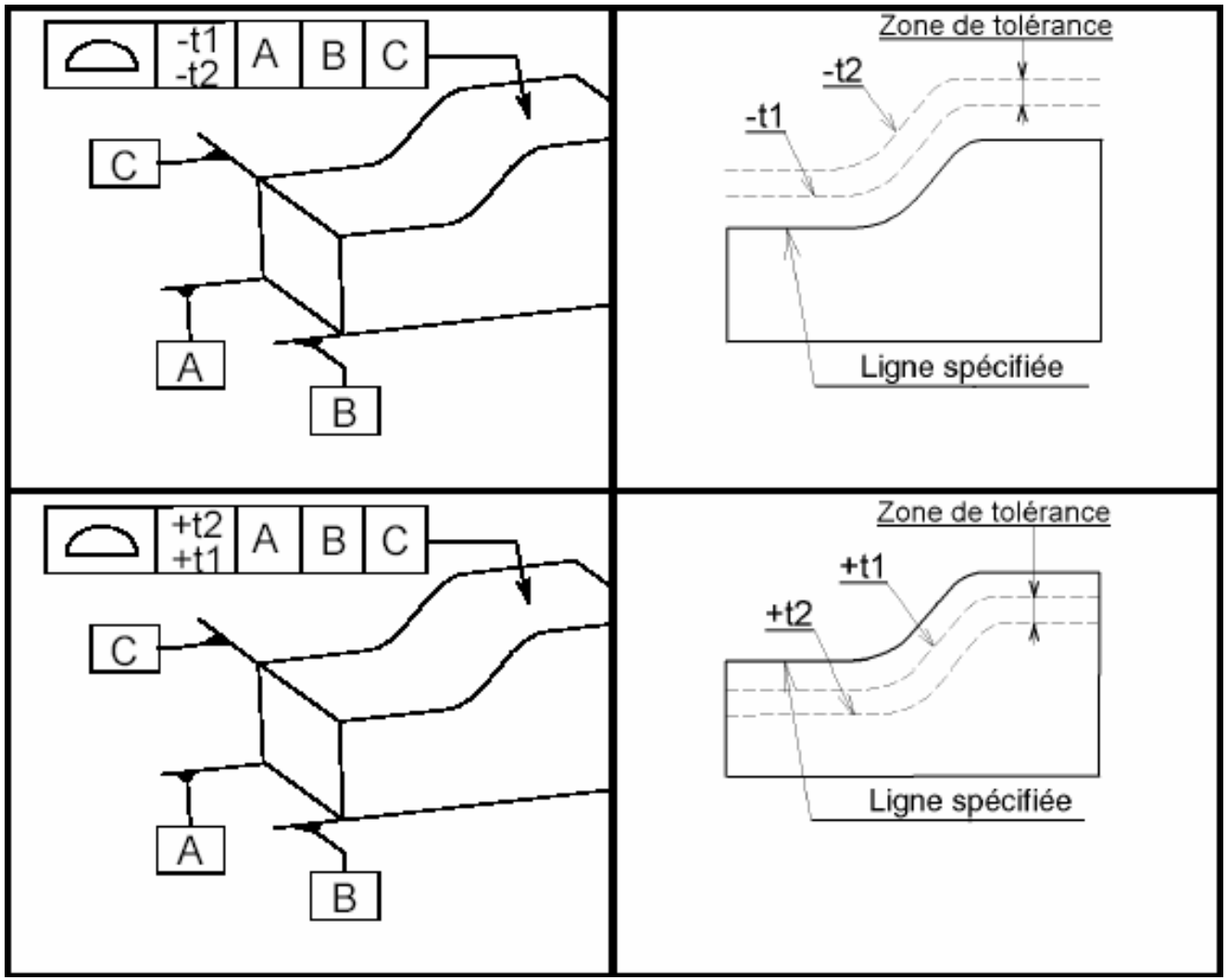
Profile of surface پروفیل سطح



ANSI:

ISO:

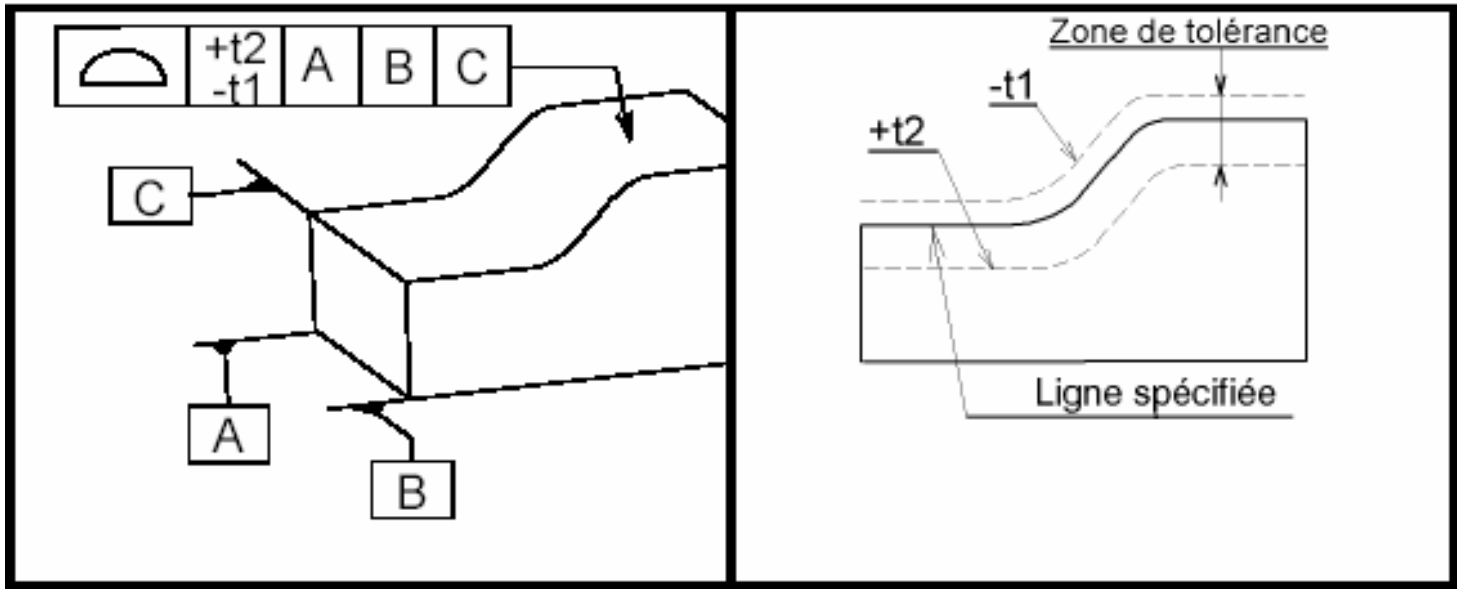
Profile of surface پروفیل سطح



ANSI:

ISO:

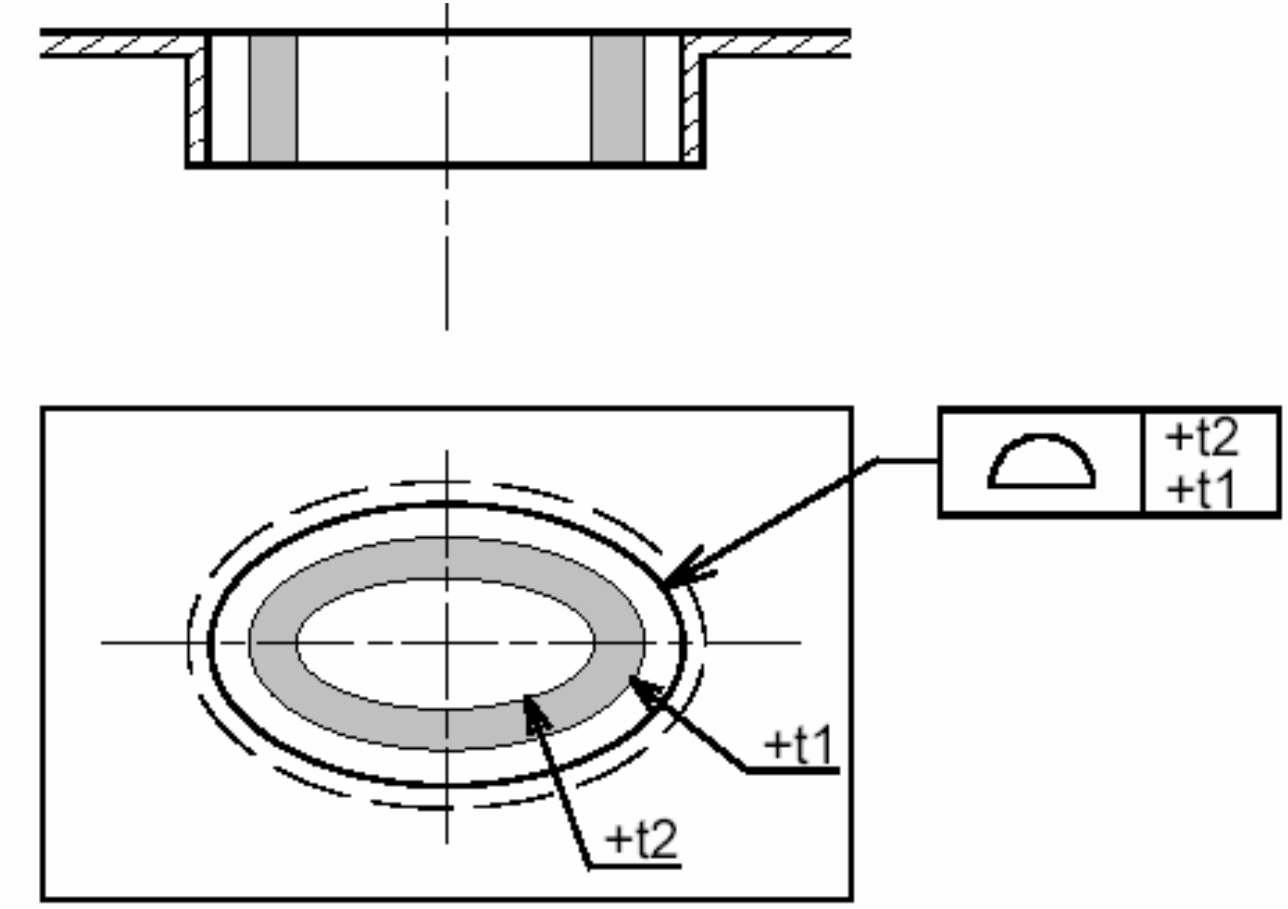
Profile of surface پروفیل سطح



ANSI:

ISO:

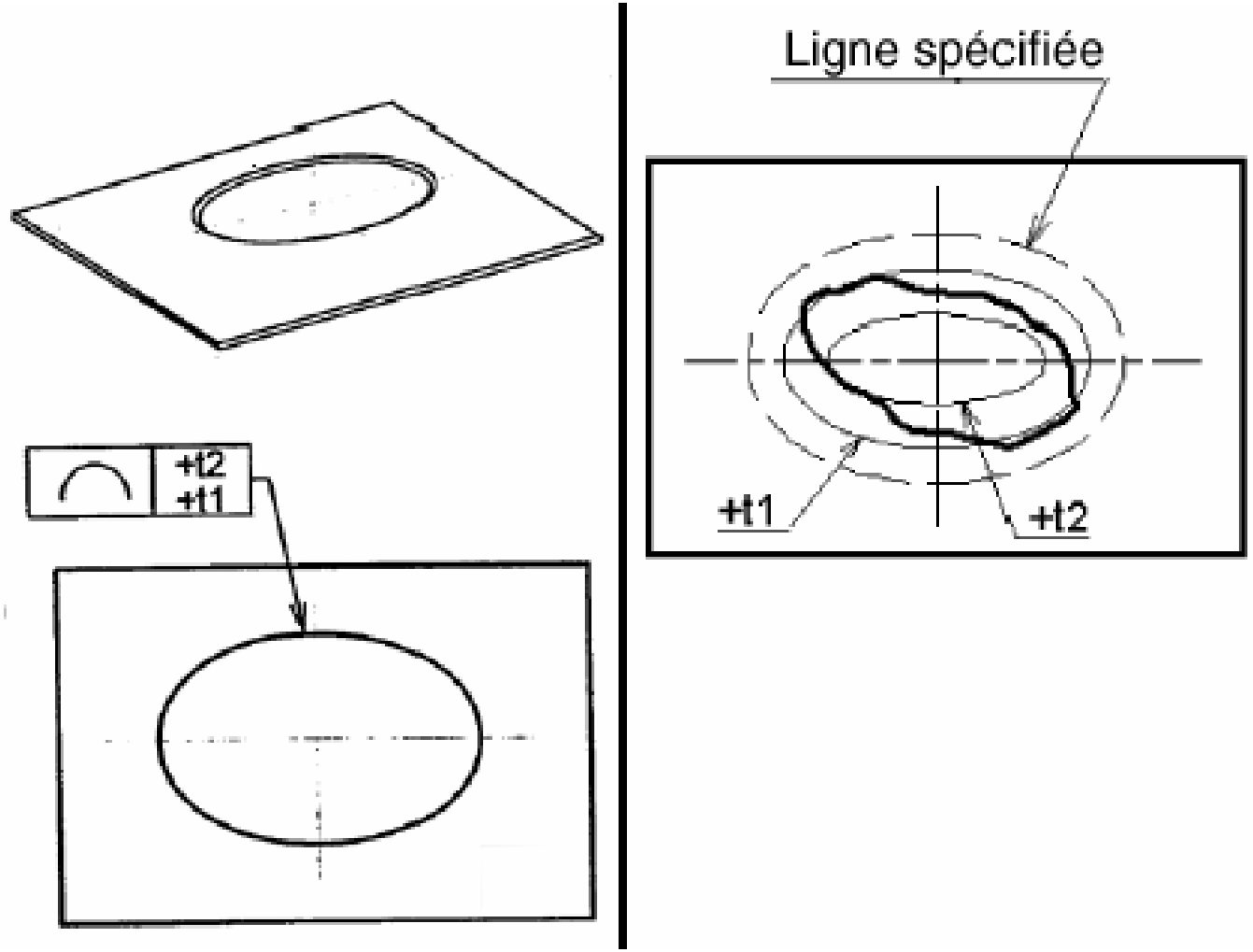
Profile of surface پروفیل سطح



ANSI:

ISO:

Profile of surface پروفیل سطح



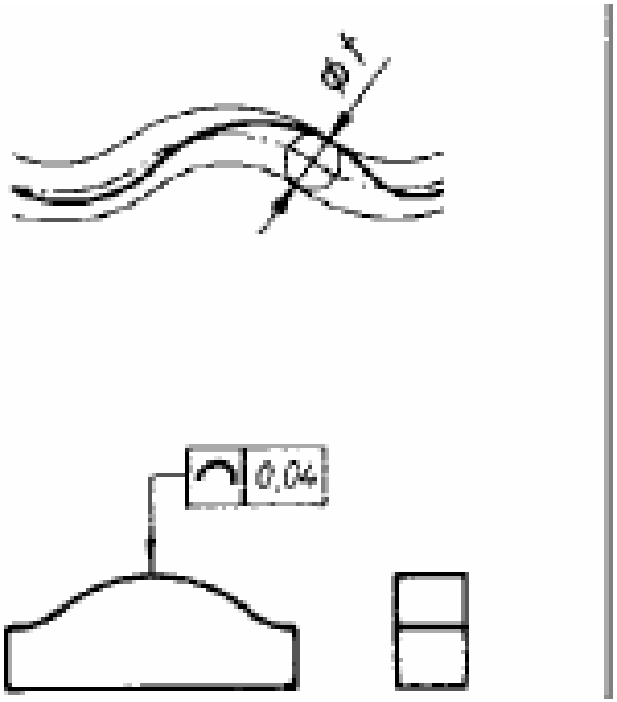
ANSI:

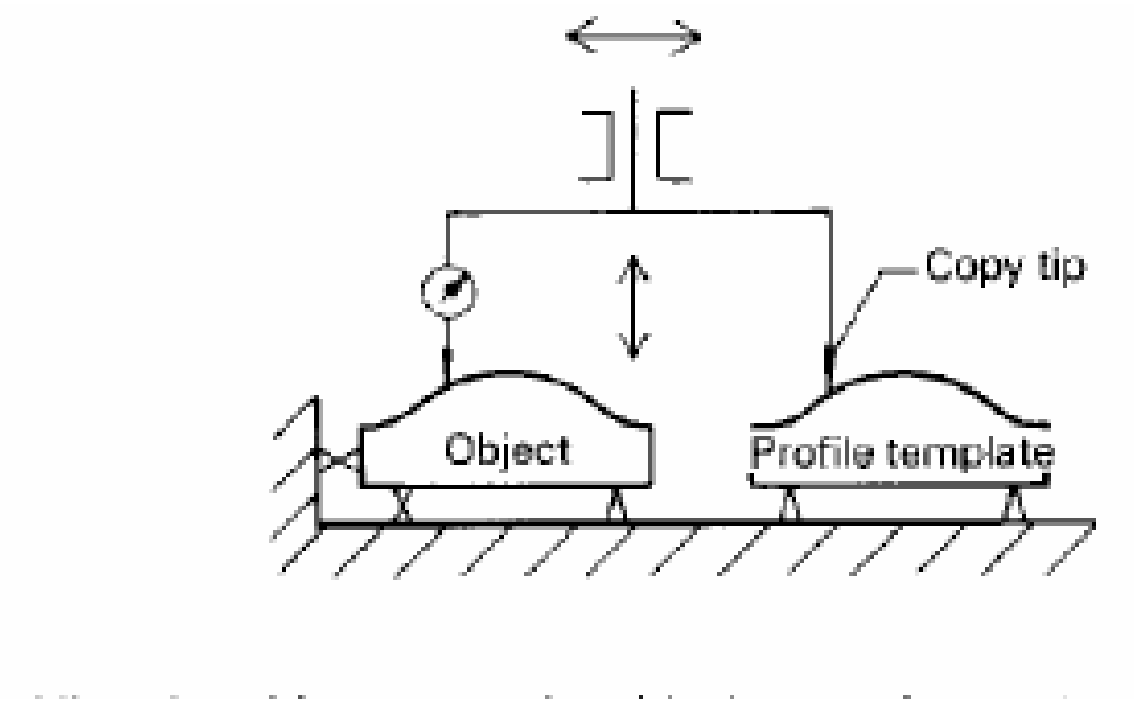
ISO:

پروفیل Profile

- **تعریف ANSI برای ناحیه تلرانسی :**
  - اگر خط نقطه در بیرون پروفیل نقشه باشد ، ناحیه تلرانسی بیرون پروفیل نقشه تعیین میشود
  - اگر خط نقطه در داخل پروفیل نقشه باشد ، ناحیه تلرانسی داخل پروفیل نقشه تعیین میشود
  - اگر فلش مستطیل تلرانسی صرفا روی پروفیل نقشه باشد ، ناحیه تلرانسی بطور مساوی بر روی پروفیل نقشه تعیین میشود

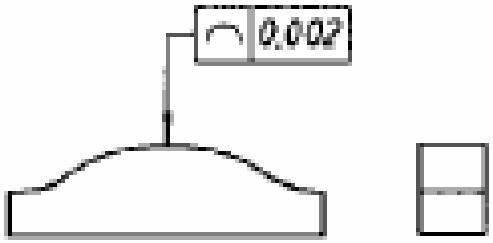
Profile of line پروفیل خط

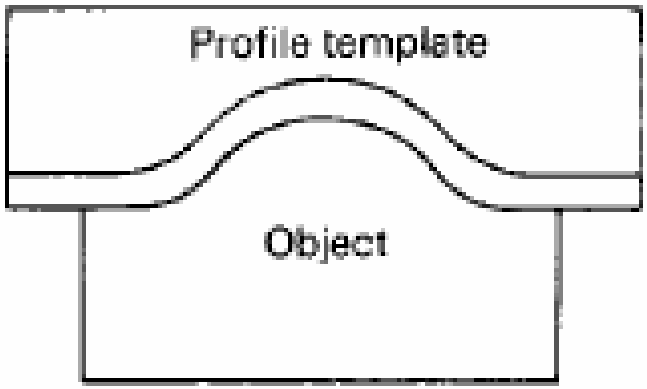




ANSI:	ISO:

Profile of line پروفیل خط

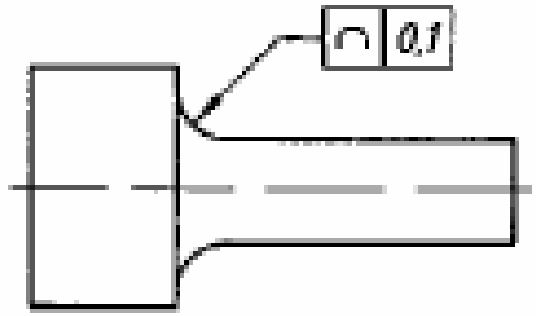


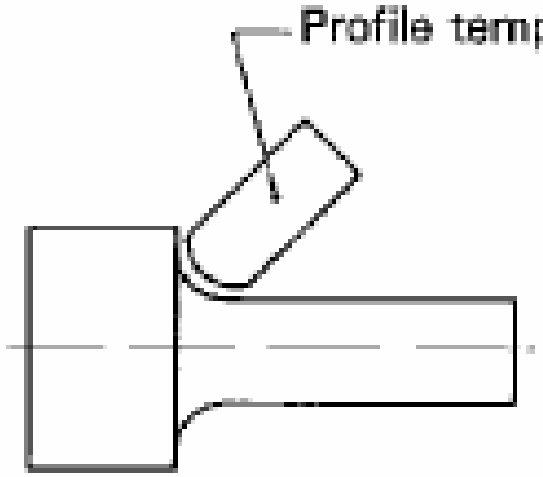


Place the profile template on the object and align i
specified direction.

ANSI:	ISO:

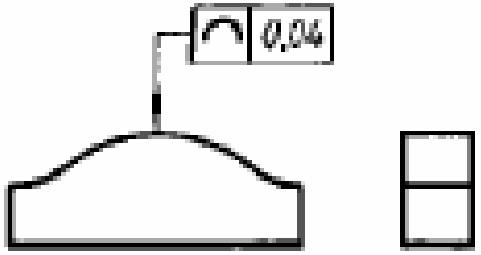
Profile of line پروفیل خط

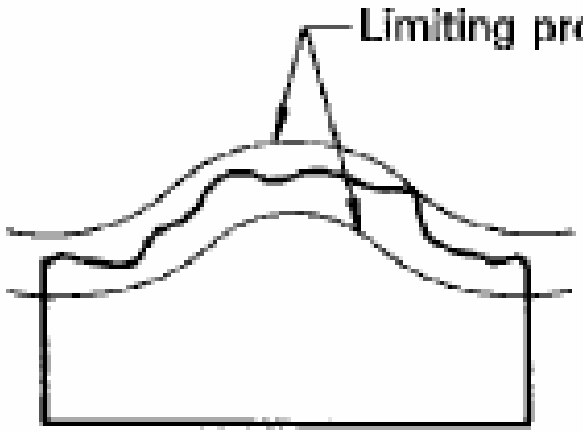




Place the profile template on the object and
specified direction

Profile of line پروفیل خط





Project the profile onto a screen.

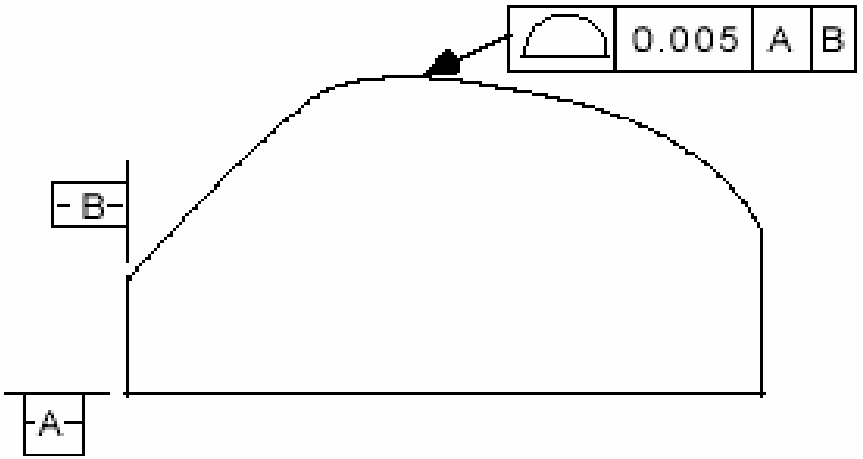
Compare the projected profile with the limiting profi

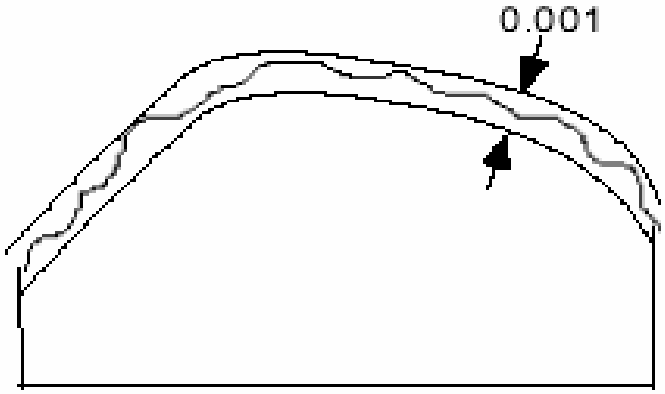
ANSI:

ISO:

Profile of surface پروفیل سطح

A uniform boundary along the true profile within whcih the elements of the surface must lie.





ANSI:	ISO: