

Univerzitet u Novom Sadu
FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA
Proizvodno mašinstvo
Predmet: Koordinatni merni sistemi

SOFTVERSKA STRUKTURA KOORDINATNIH MERNIH MAŠINA

Softverska podrška na KMM

Softverska podrška na KMM obuhvata:

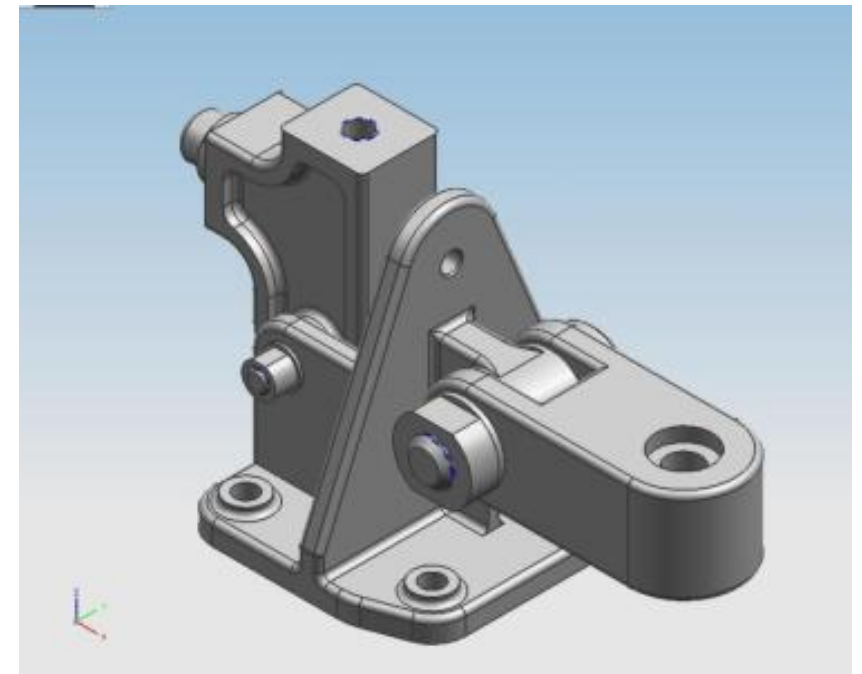
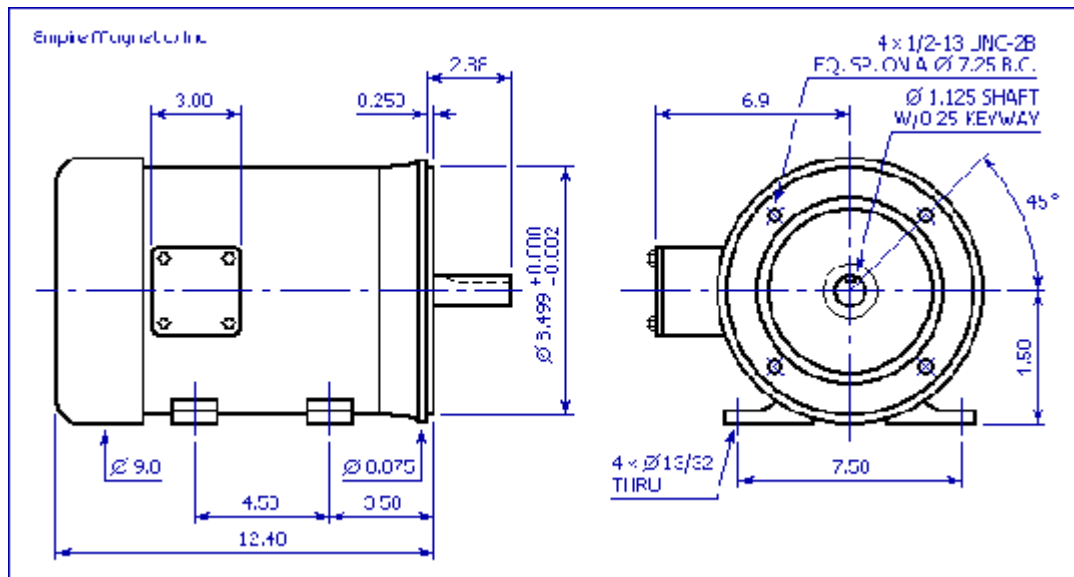
- **softver za tolerancije dužina, uglova, oblika i položaja** (merne mogućnosti, princip generisanja koordinatnog sistema merenja, fleksibilnost izlaznih izveštaja),
- **softver za merenje i inspekciju zupčanika** (princip generisanja mernih tačaka, merne mogućnosti),
- **softver za merenje i inspekciju krivih linija i površina** (merne mogućnosti, princip generisanja nominalne konture, fleksibilnost izlaznih izveštaja),
- **softver za statističke analize i sinteze** (mogućnosti analize),
- **softver za komunikaciju i integraciju** (principi i mogućnosti povezivanja).

Osnovni principi softvera za KMM

Merni predmeti čije se merenje ili inspekcija vrši na KMM, određeni su **idealnom**(nominalnom) i **realnom** geometrijom.

Idealna geometrija je definisana **tehničkim crtežom** ili **CAD modelom** mernog predmeta, a sa aspekta praktične primene (modeliranja, projektovanja, planiranja) opisuje se:

tačkom, pravom, krugom, ravni, sferom, cilindrom, kupom, elipsom i torusom.

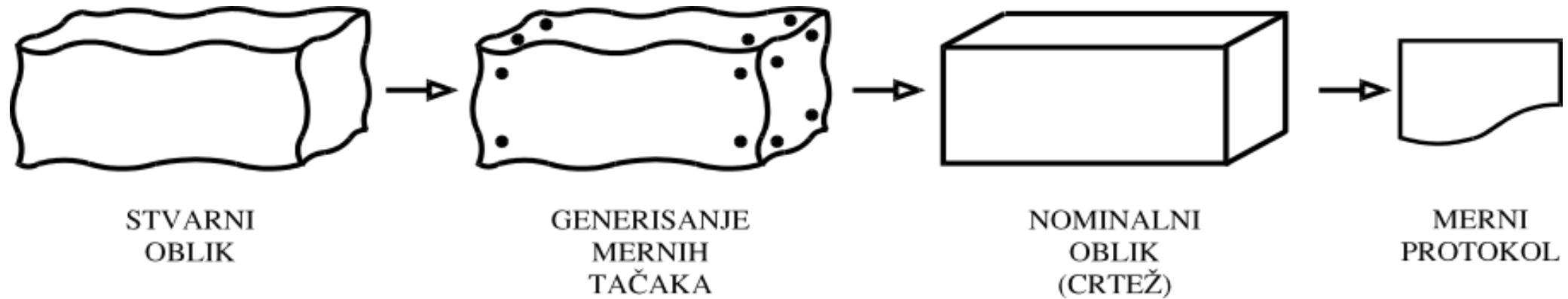


Osnovni principi softvera za KMM

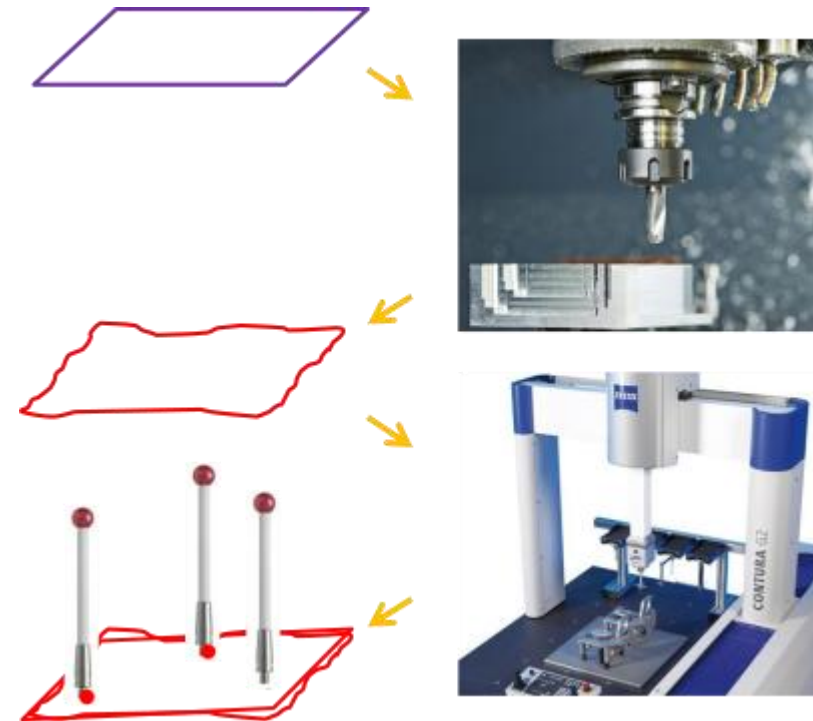
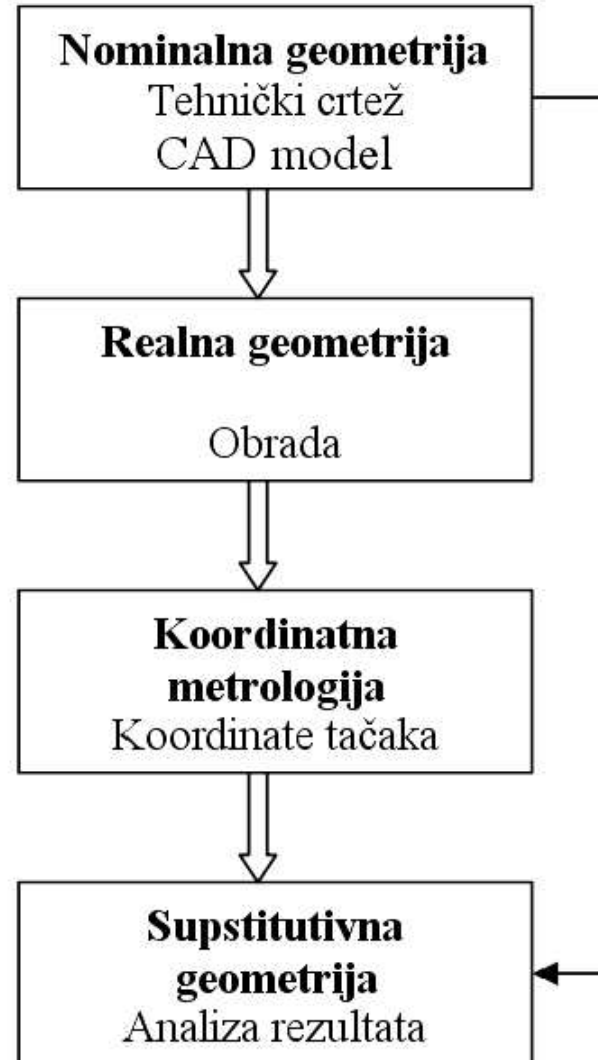
Osnovni princip koordinatne metrologije

Realna geometrija predstavlja **stvarni oblik** mernog predmeta, dobijen nakon izrade.

Koordinatna metrologija, generišući koordinate tačaka na površini mernog predmeta **stvara njegovu supstitutivnu geometriju**.



Osnovni princip koordinatne metrologije



Osnovni principi softvera za KMM

Tolerancije dužina, oblika, položaja, uglova i mikro-geometrije obrađene površine se opisuju preko prethodno navedenih elemenata idealne geometrije, a one se:

- **mere** (određuje njihova stvarna vrednost) ili
- **kontrolišu** (porede) sa nominalnim (zadatim) vrednostima.

Na ovim postulatima je i razvijen softver za merne mašine.

Geometrijske podloge na kojima se zasniva softver KMM

Broj potrebnih tačaka (prikupljenih sa mernog predmeta), za utvrđivanje njegovih metroloških karakteristika (tj. za kreiranje supstitutivne geometrije), zavisi od (elementarnog) geometrijskog oblika:

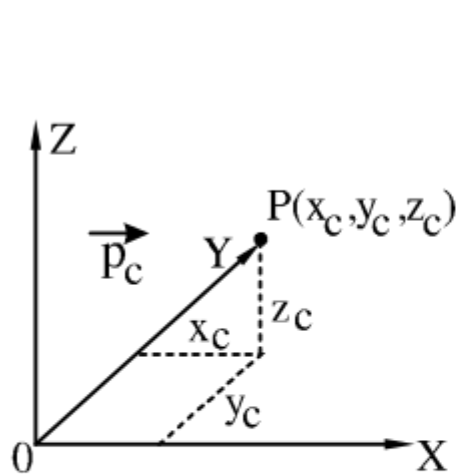
KARAKTERISTIKA (ELEMENTARNI GEOMETRIJSKI OBLIK)	MINIMALNI BROJ TAČAKA
TAČKA	1
PRAVA	2
KRUG	3
RAVAN	3
ELIPSA	4
SFERA	4
CILINDAR	5
KUPA	6
TORUS	7

Geometrijske podloge na kojima se zasniva softver KMM

Geometrijske karakteristike površina

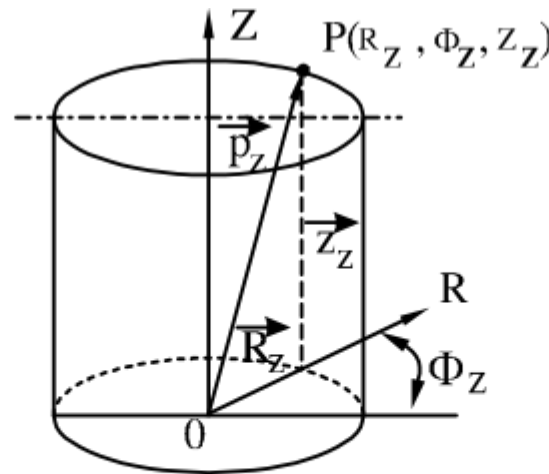
Na osnovu izmerenih (koordinata) tačaka, softver KMM generiše sledeće **geometrijske karakteristike površina** na mernim predmetima:

Vektor položaja $\vec{p}_0$, definiše tačku, odnosno njen položaj u odgovarajućem koordinatnom sistemu: dekartovom (kartezijanskom), cilindričnom ili sfernom.



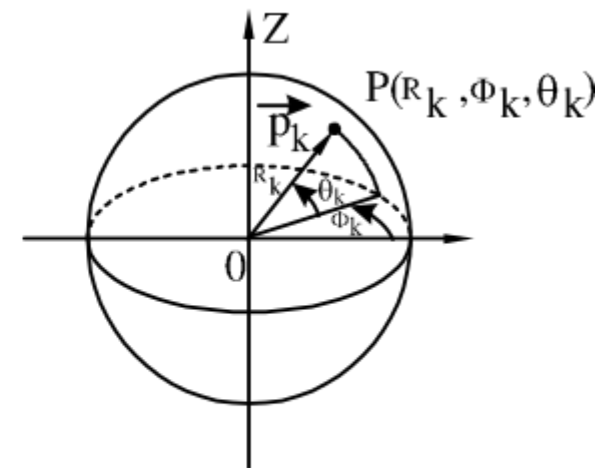
$$p_c = |(X_c^2 + Y_c^2 + Z_c^2)^{1/2}|$$

DEKARTOVE KOORDINATE
 X_c, Y_c, Z_c



$$p_z = |(R_z^2 + z_z^2)^{1/2}|$$

CILINDRIČNE KOORDINATE
 R_z, Φ_z, z_z



$$p_k = |R_k|$$

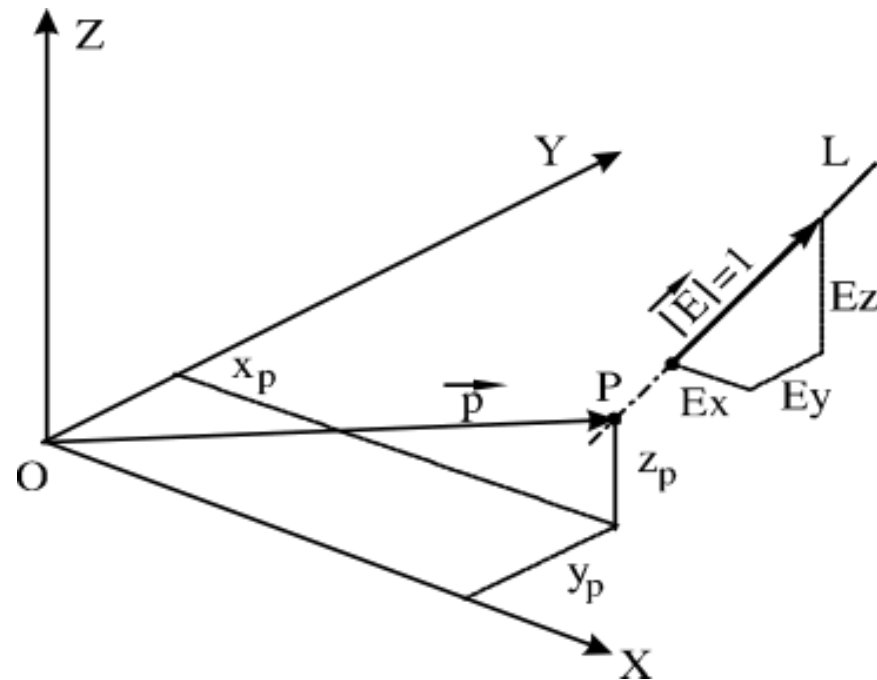
SFERNE KOORDINATE
 R_k, Φ_k, θ_k

Geometrijske podloge na kojima se zasniva softver KMM

Geometrijske karakteristike površina

Jedinični vektor $\mathbf{E}$: njegova skalarna vrednost je jednaka jedinici, a pravac je određen projekcijama na ose koordinatnog sistema, odnosno njegovim komponente E_x , E_y i E_z .

Vektor normale $\mathbf{R}$ predstavlja pravac pod uglom od 90° od posmatrane površine.



Geometrijske podloge na kojima se zasniva softver KMM

Osnovni geometrijski elementi

Idealna ravan predstavlja aproksimaciju realne ravni. Može se opisati:

- jediničnim vektorom, kao vektorom normale na nju i
- koordinatama položaja jediničnog vektora $P_0(x_0, y_0, z_0)$.

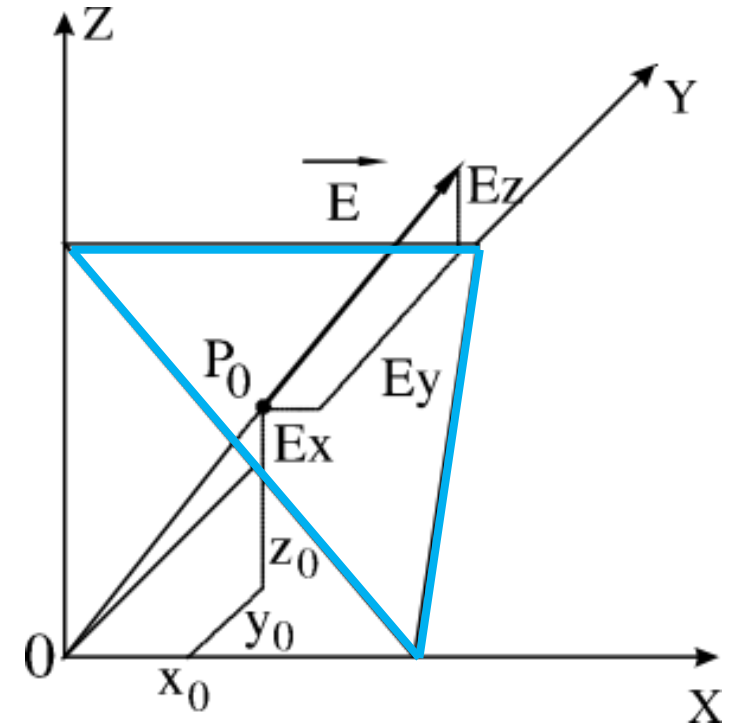
Parametri idealne ravni su: E_x , E_y , E_z , x_0 , y_0 , z_0 .

Idealni krug, kao zamena za realni krug opisuje se preko sledećih karakteristika:

- prečnik (D),
- koordinate centra (x_0 , y_0 , z_0) i
- vektor normale na ravan kruga (E_x , E_y , E_z).

Idealna sfera predstavlja zamenu za realnu sferu, koja je definisana:

- prečnikom (D) i
- koordinatama centra (x_0 , y_0 , z_0).

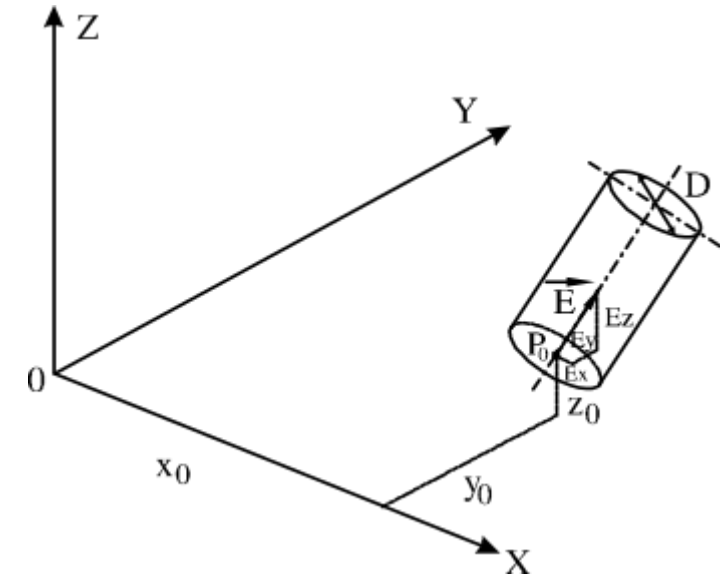


Geometrijske podloge na kojima se zasniva softver KMM

Osnovni geometrijski elementi

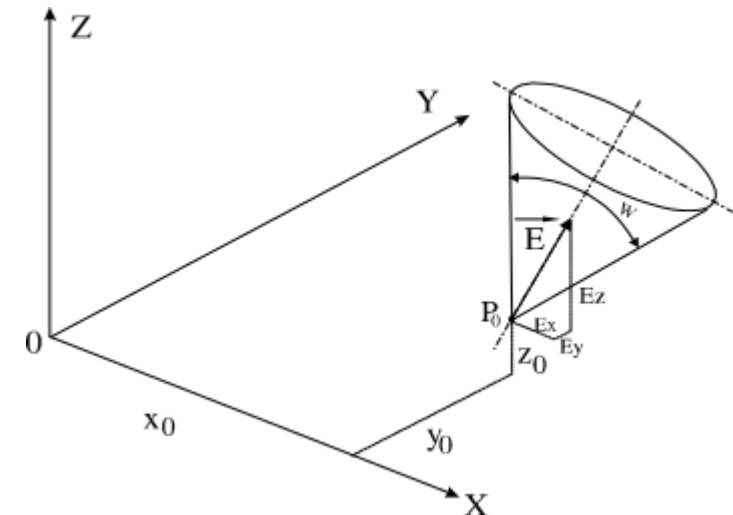
Idealni cilindar služi da zameni realni cilindar, preko sledećih parametara:

- prečnik osnove (D) i
- centra osnove (x_0, y_0, z_0) iz koga polazi vektor normale, koji se poklapa sa osom cilindra.



Idealna kupa predstavlja približenje realne kupe, a definiše se sledećim parametrima:

- koordinatama vrha kupe (x_0, y_0, z_0),
- jediničnim vektorom iz vrha kupe, čiji pravac se poklapa sa osom kupe i
- uglom ivica kupe (w).

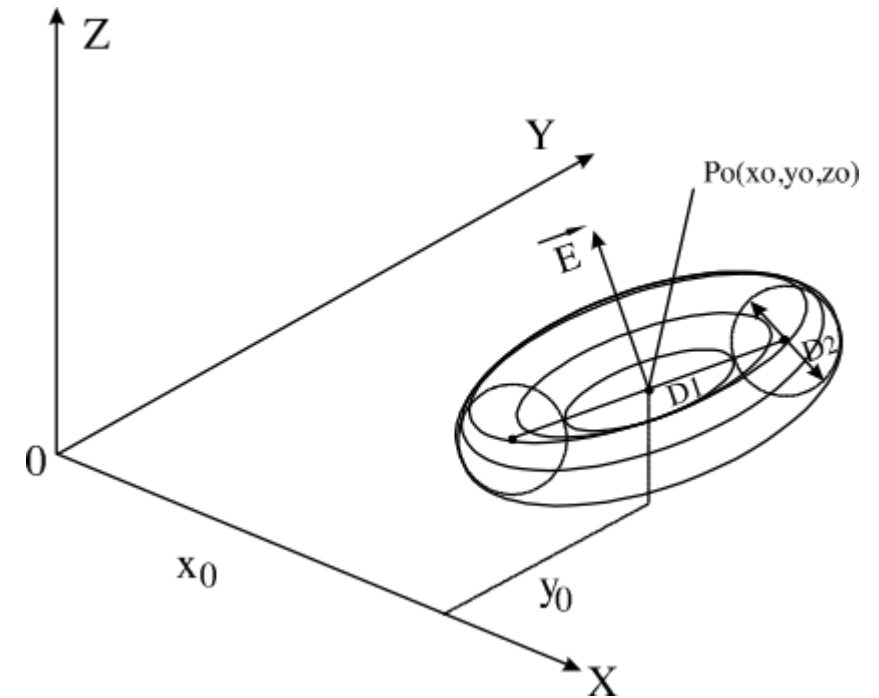


Geometrijske podloge na kojima se zasniva softver KMM

Osnovni geometrijski elementi

Idealni torus zamenjuje realni torus i definiše se preko sledećih parametara:

- centar idealnog torusa (x_0, y_0, z_0),
- pravac vektora normale, ravni simetrije torusa (E_x, E_y, E_z),
- prečnik glavnog prstena torusa (D_1) i
- prečnik radijalnog preseka idealnog torusa (D_2).



Geometrijske podloge na kojima se zasniva softver KMM

Osnovni geometrijski elementi

Minimalan broj parametara pomoću kojih se jednoznačno definiše svaki osnovni geometrijski element, koji služi za merenje i inspekciju na KMM:

PARAMETAR KARAKTERISTIKA	KOORDINATA			VEKTOR NORMALE			PARAMETRI			
	Xo	Yo	Zo	Ex	Ey	Ez	D	D1	D2	W
TAČKA	+	+	+							
PRAVA	+	+	+	+	+	+				
KRUG	+	+	+	+	+	+	+			
RAVAN	+	+	+	+	+	+				
SFERA	+	+	+				+			
CILINDAR	+	+	+	+	+	+	+			
KUPA	+	+	+	+	+	+				+
TORUS	+	+	+	+	+	+		+	+	

Geometrijske podloge na kojima se zasniva softver KMM

Izvedene geometrijske karakteristike na mernim predmetima

Izvedene geometrijske karakteristike ne predstavljaju direktan opis osnovnih geometrijskih karakteristika, već su rezultati njihovih odnosa i relacija, a koriste se pri rešavanju različitih geometrijskih problema, kao što su:

- **određena tačka**, koja se dobija na različite načine (presek dve prave, prodor ose kroz ravan, teme preseka tri ravni, tačka simetrije i tačka projekcije),
- **određena prava** koja se dobije kao presek dve ravni, projekcije prave, simetrala i normala iz tačke na ravan, i
- **određena ravan** dobijena kao paralelna ravan u odnosu na idealnu ravan, ravan simetrije, ravan normalna na osu koja prolazi kroz nju u tački i ravan normalne na ravan.

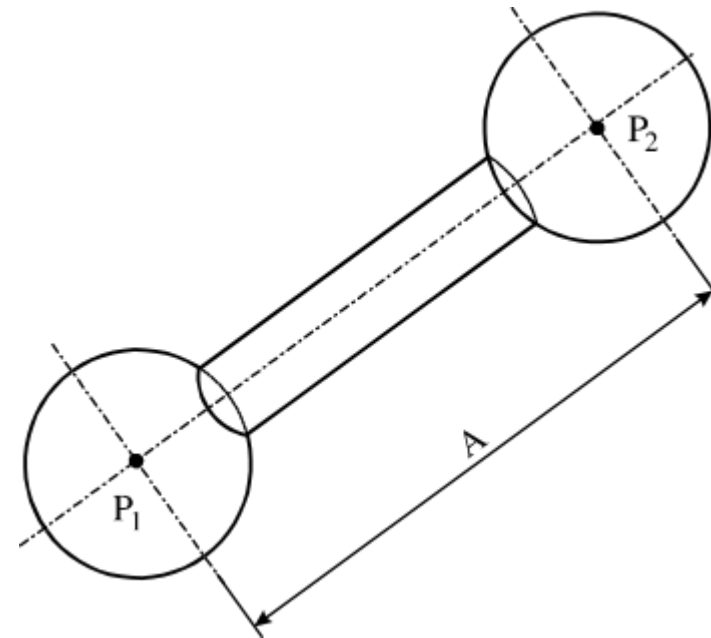
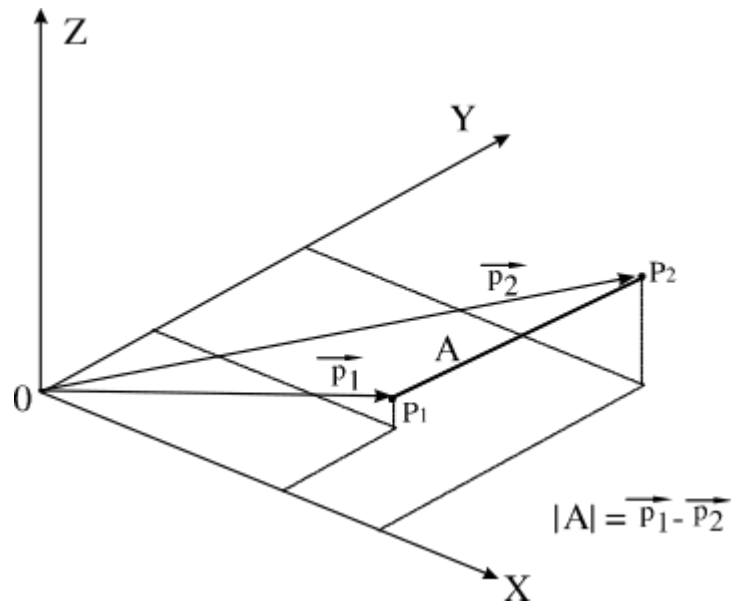
Geometrijske podloge na kojima se zasniva softver KMM

Rastojanje između geometrijskih karakteristika

Jedan od vrlo čestih metroloških zadataka u oblasti tolerancija dužina je **rastojanje**, koje predstavlja **izvedenu metrološku karakteristiku**.

Rastojanje (A) između dve tačke (P_1, P_2) se određuje kao razlika vektora p_1 i p_2 .

Rastojanje (A) između dve sfere je rastojanje njihovih centara idealnih sfera, P_1 i P_2 .



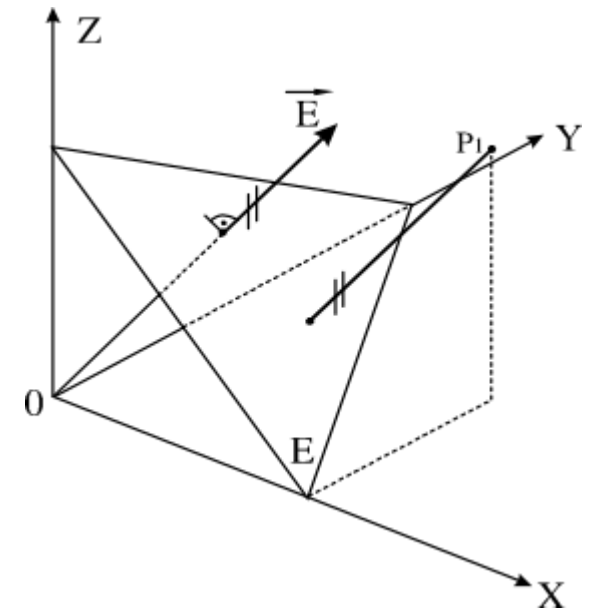
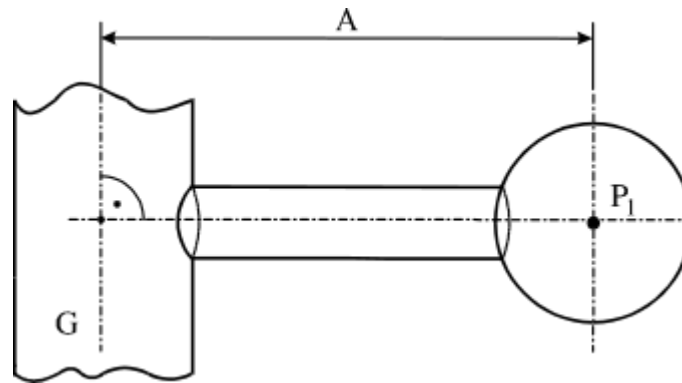
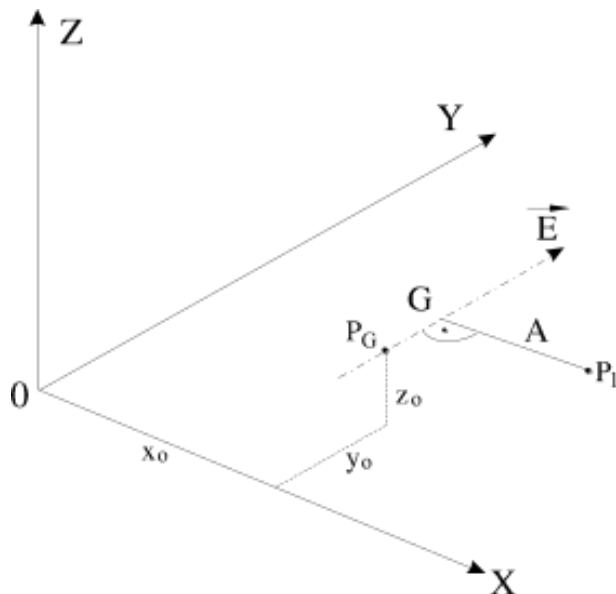
Geometrijske podloge na kojima se zasniva softver KMM

Rastojanje između geometrijskih karakteristika

Rastojanje (A) između tačke P_1 i prave G se definiše kao najkraće rastojanje ove tačke od njene idealne prave G_E , koja predstavlja normalu između njih.

Rastojanje (A) između centra sfere i ose cilindra predstavlja rastojanje idealnih geometrijskih elemenata.

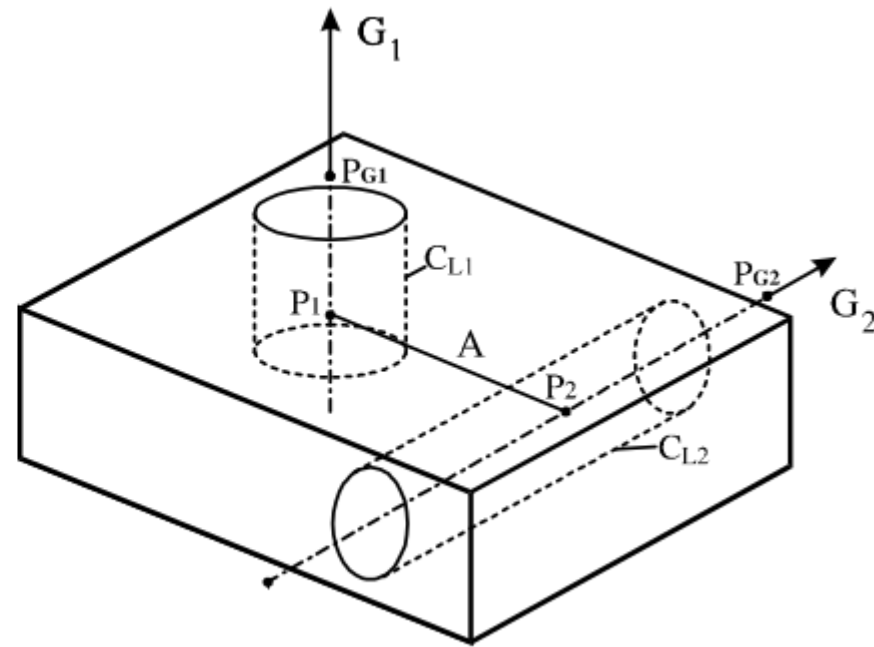
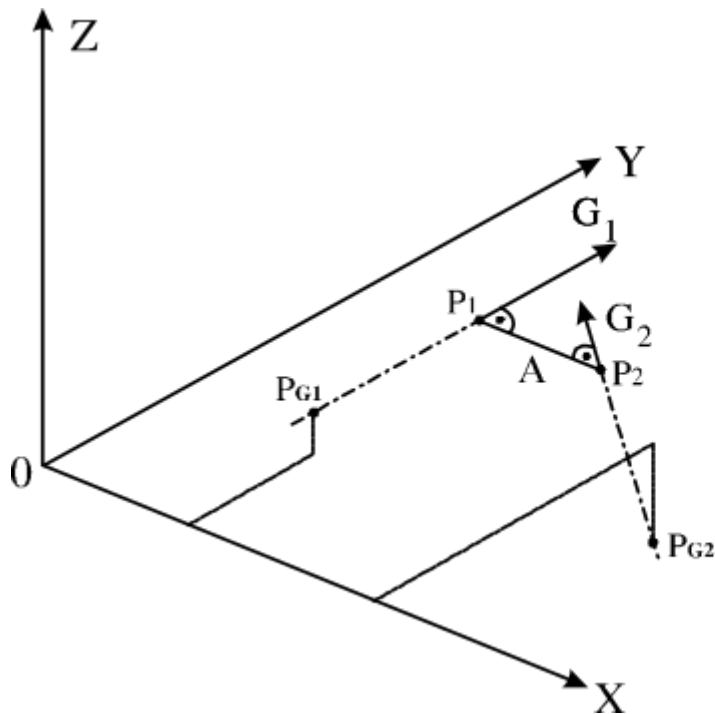
Rastojanje (A) tačke P_1 i ravni E je najkraće rastojanje ove tačke od ove ravni, što predstavlja normalu iz P_1 na ravan E .



Geometrijske podloge na kojima se zasniva softver KMM

Rastojanje između geometrijskih karakteristika

Rastojanje (A) između pravih G_1 i G_2 je najkraće rastojanje tačke P_1 koja se nalazi na idealnoj pravoj G_1 , od idealne prave G_2 . To je, u stvari, normala između ovih pravih, odnosno osa cilindra CL_1 i CL_2 .



Geometrijske podloge na kojima se zasniva softver KMM

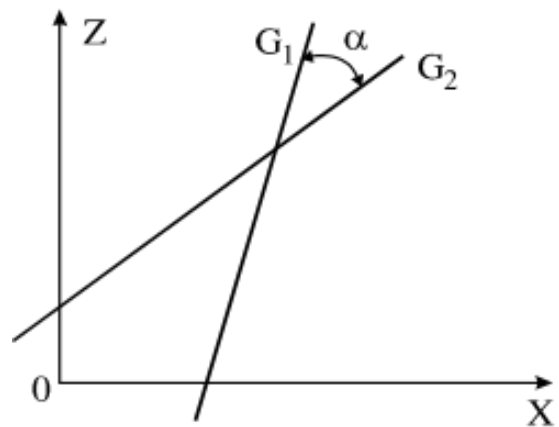
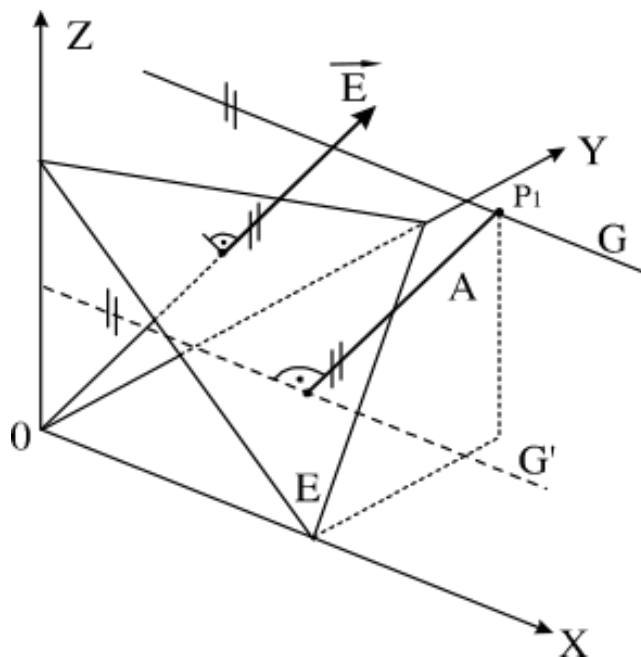
Rastojanje između geometrijskih karakteristika

Rastojanje (A) prave (G) od ravni (E) je najkraće (normalno) rastojanje između njih, odnosno to je normala (A) iz tačke P_1 na ravan E, u kojoj sada leži prava G' .

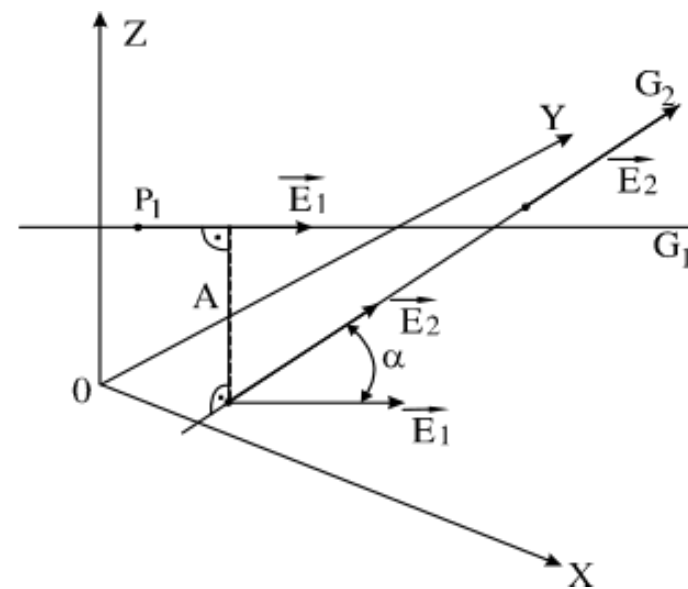
Ugao između pravih G_1 i G_2 može da se javi u dva slučaja:

- 1) kada su u istoj ravni (a) i
- 2) kada su u različitim ravnima (b).

U slučaju (b), pravac vektora E_1 , prenosi se duž normale A, do preseka sa pravcem prave G_2 , odnosno njenim vektorom E_2 , pa ugao između njih, je ugao između pravih G_1 i G_2 .



u istoj ravni



u različitim ravnima

Geometrijske podloge na kojima se zasniva softver KMM

Rastojanje između geometrijskih karakteristika

Ugao između prave (G) i ravni (E) je ugao koji se dobija kada se u tački P_1 u ravni generiše normala E , a prava (G) translatorno pomeri.

