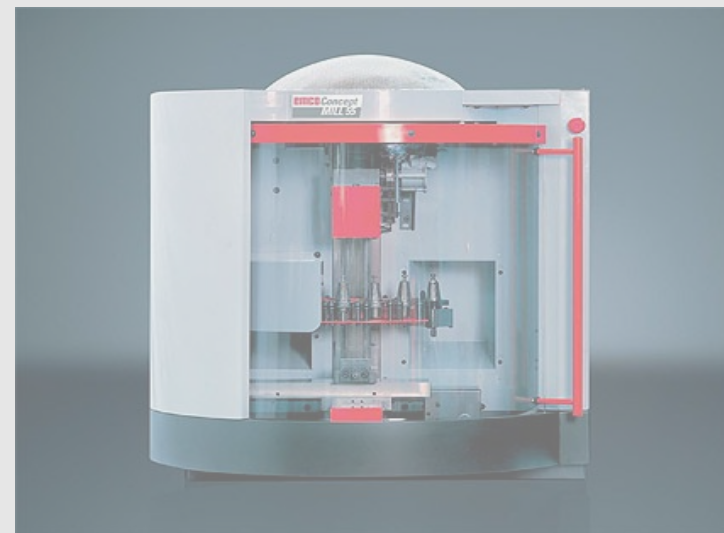




Diagnostyka przedmiotu obrabianego



Pomiary w przestrzeni roboczej obrabiarki

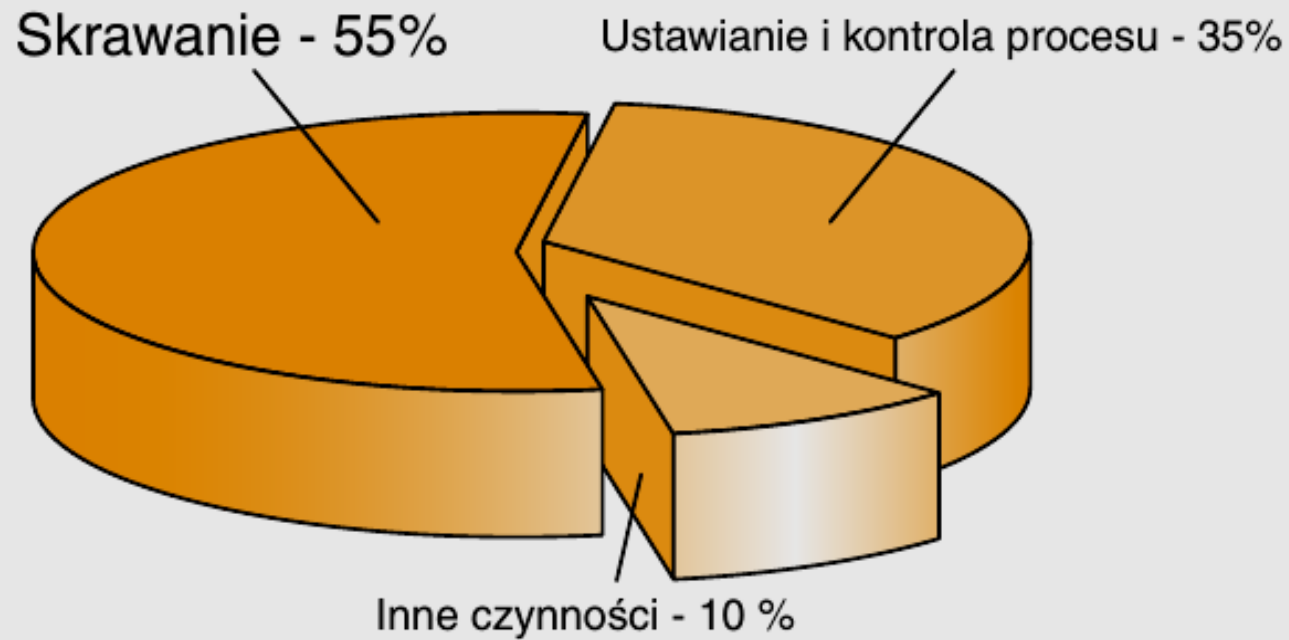
Pomiary na obrabiarce w przestrzeni roboczej umożliwiają:

- sprawdzenie poprawności najistotniejszych wymiarów przedmiotów obrabianych,
- automatyczną korekcję programu obróbki,
- odpowiednio wczesne wykrycie braków,
- zmianę ustawienia narzędzia lub jego zmianę na nowe.

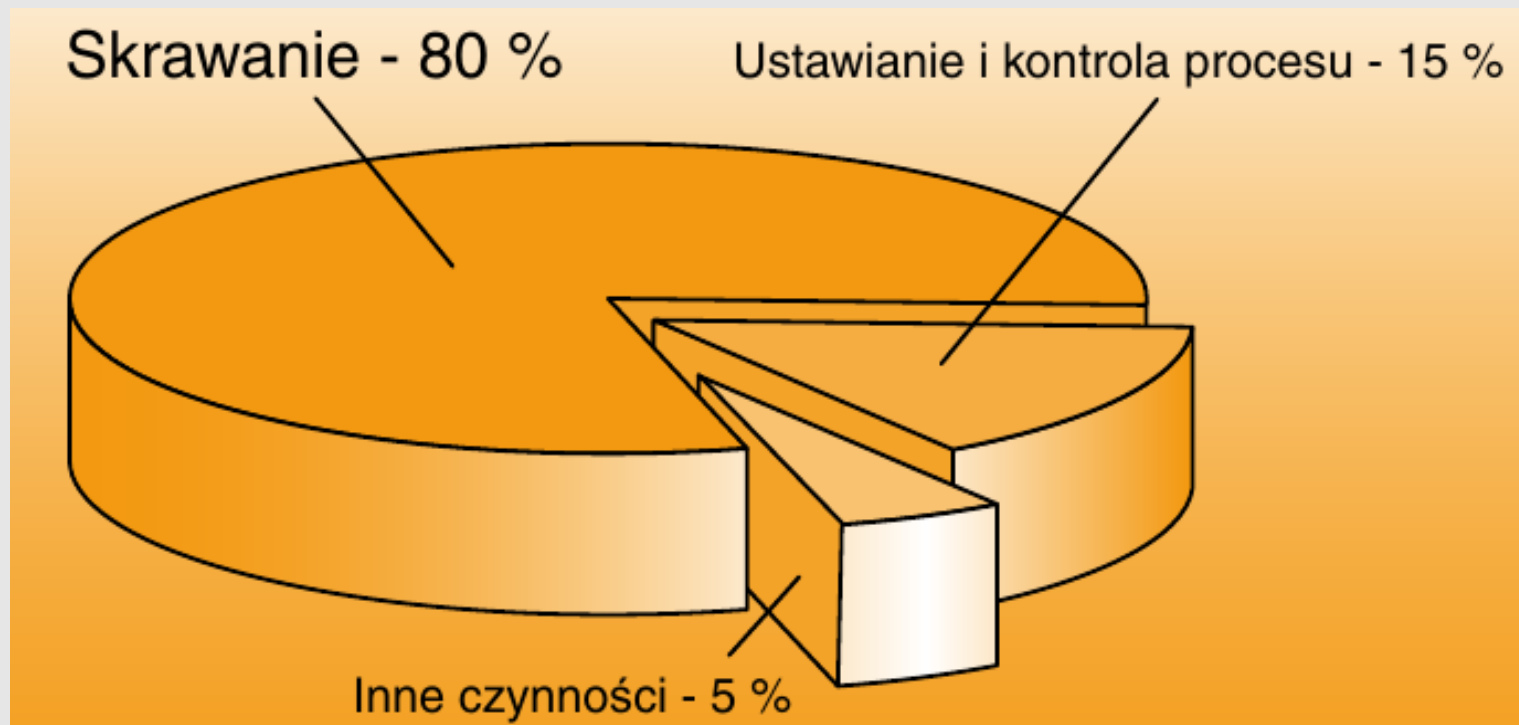
W większości układów diagnostycznych stosuje się sondy pomiarowe z czujnikami zetknięcia. Od czasu wprowadzenia sond pomiarowych (w 1976 roku przez firmę Renishaw) stały się one powszechnie spotykanym wyposażeniem obrabiarek wchodzących w skład ESO.

Za pomocą sond wykonuje się identyfikację przedmiotów, kontrolę ustawienia przedmiotów na stole obrabiarki (kompensacja błędów mocowania przedmiotu na paletach i palet na stole), korygowanie błędów położenia stołu obrotowego w czasie obróbki otworów w przeciwległych ściankach, kontrolę wymiarów krytycznych i inne.

Czas produkcji dostępny bez systemów pomiarowych



Czas produkcji dostępny z zastosowaniem systemów pomiarowych



Ustawianie przedmiotu obrabianego

Korzystanie z sond eliminuje potrzebę używania kosztownych uchwytów specjalnych oraz ręcznego ustawiania z użyciem zegarowych czujników kontrolnych.

Sondy pomiarowe mocuje się na wrzecionach centrów obróbkowych oraz na głowicach rewolwerowych centrów tokarskich, co zapewnia następujące korzyści:

- redukcja czasu przestojów obrabiarki
- automatyczne zamocowanie, zestrojenie przedmiotu i ustawienie osi obrotu
- eliminacja błędów ręcznego ustawiania
- możliwość ograniczenia ilości braków
- zwiększenie wydajności i elastyczności wielkości partii produkcyjnych

Kontrola przedmiotu obrabianego

Sondy montowane na wrzecionie i na głowicy rewolwerowej można wykorzystywać do pomiarów wykonywanych podczas cyklu skrawania i do kontroli pierwszej części z partii – jakość pomiarów wykonywanych ręcznie zależy od umiejętności operatora, a przenoszenie części obrabianych na maszynę współrzędnościową nie zawsze jest praktycznym rozwiązaniem.

Korzyści ze stosowania pomiarów inspekcyjnych obejmują:

- pomiary części obrabianych podczas cyklu obróbki wraz z automatyczną korekcją offsetów,
- podwyższenie poziomu pewności skrawania w procesie bezobsługowym
- kontrola części obrabianych jako pierwszych w partii z automatyczną aktualizacją offsetów,
- redukcja czasu przestojów wynikających z oczekiwania na wyniki pomiarów pierwszej części z partii.

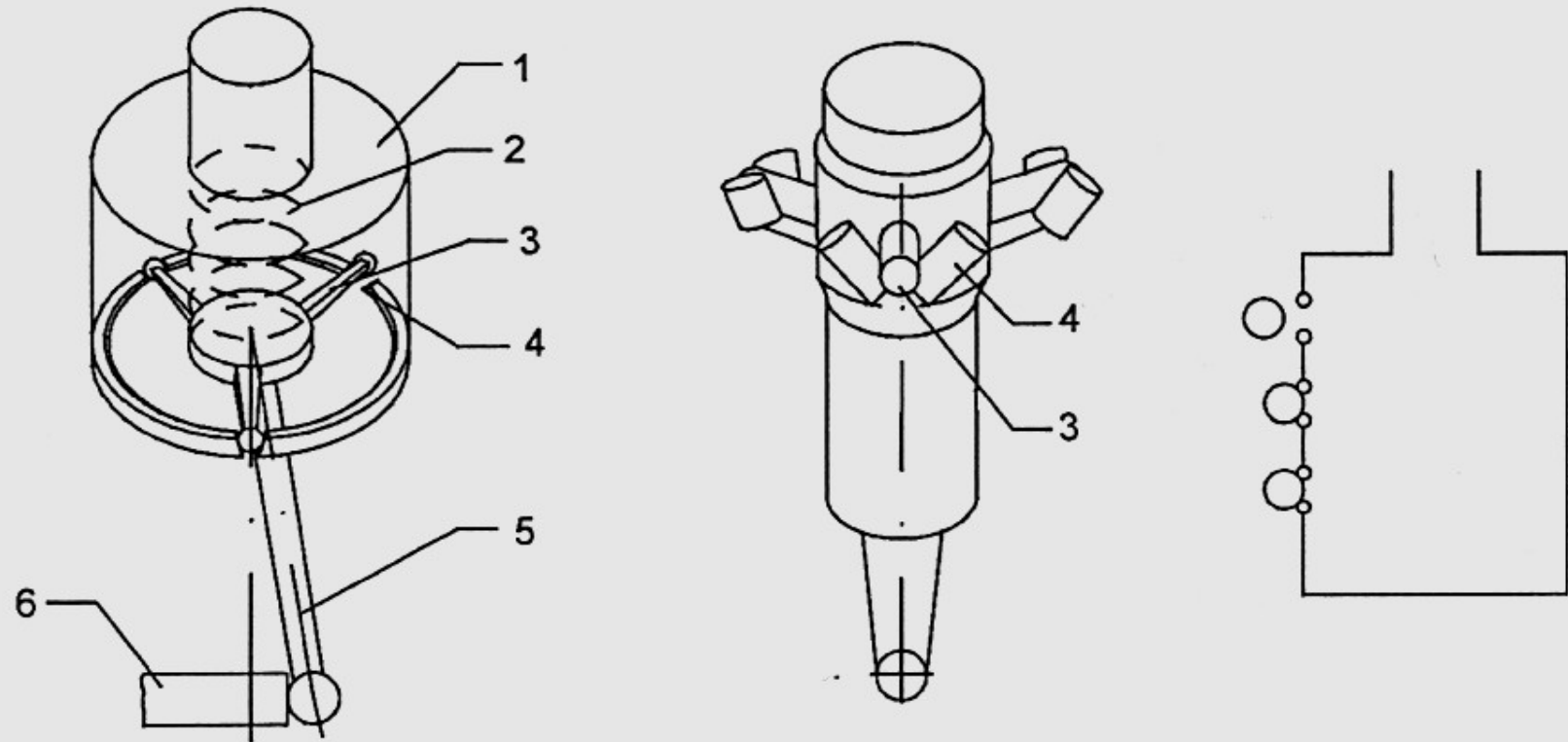
Ustawianie narzędzi i wykrywanie uszkodzeń narzędzi

Stosowanie płytek wzorcowych i ręczne wprowadzanie danych dotyczących offsetów jest zadaniem czasochłonnym i narażonym na błędy. Sondy do ustawiania narzędzi są łatwe w instalacji na centrach obróbkowych i tokarskich CNC oraz pozwalają zautomatyzować operacje zapewniając następujące korzyści:

- znaczne oszczędności czasu wynikające ze skrócenia czasu przestojów,
- dokładny pomiar długości i średnicy narzędzia,
- automatyczne obliczenia i korekta offsetów narzędzi
- eliminacja błędów ręcznego ustawiania,
- wykrywanie uszkodzeń narzędzi podczas cyklu obróbki.

Sondy pomiarowe są mocowane w specjalnych oprawkach narzędziowych, które z kolei są mocowane we wrzecionie lub głowicy rewolwerowej. Lokalizacja punktów pomiarowych może odbywać się przez styk końcówki trzpienia pomiarowego sondy z powierzchnią mierzonego przedmiotu lub bezstykowo — najczęściej optycznie (laserem) oraz za pomocą kamery wideo.

Sondy stykowe dzielą się na przełączające, zwane również impulsowymi dające dyskretny sygnał styku, oraz sondy z przetwornikiem pomiarowym, tzw. mierzące, dające ciągły sygnał pomiarowy.

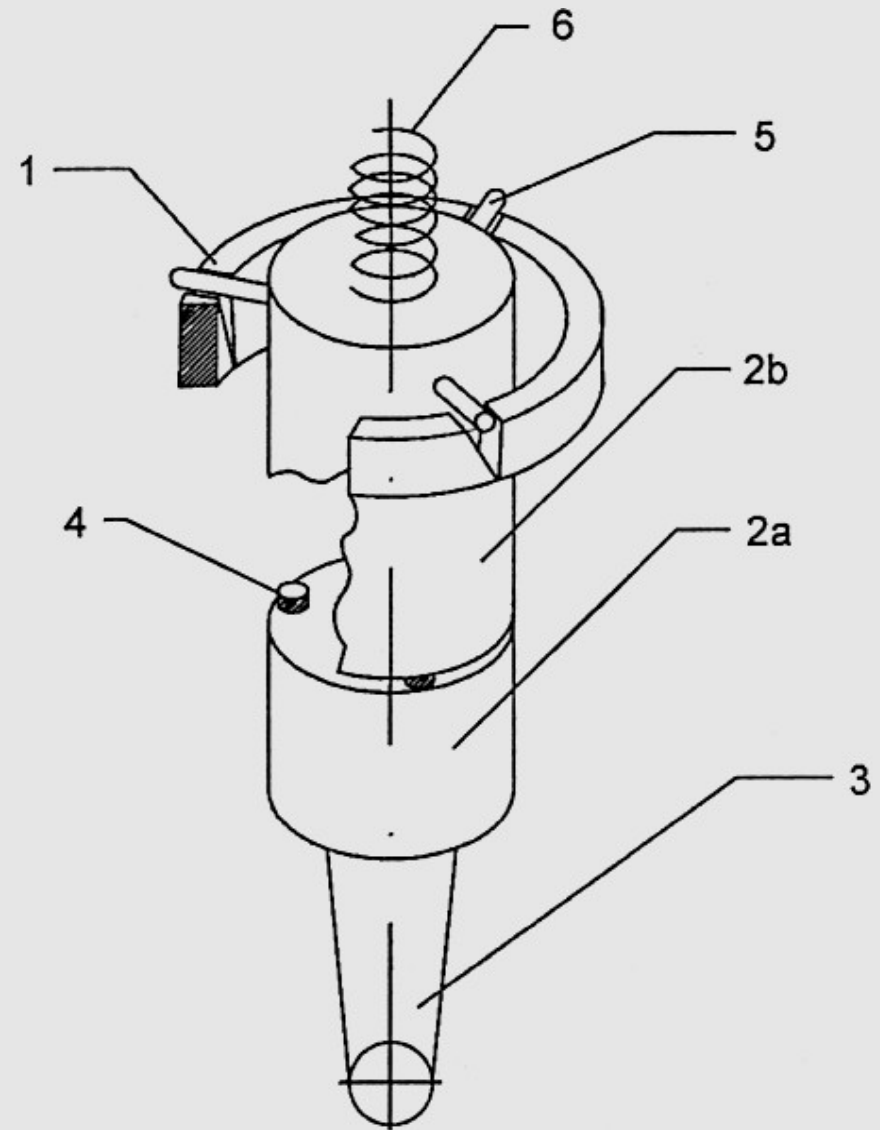


Sondy przełączające lokalizują punkty pomiarowe, przez wygenerowanie sygnału elektrycznego, w chwili styku końcówki pomiarowej z mierzoną powierzchnią.

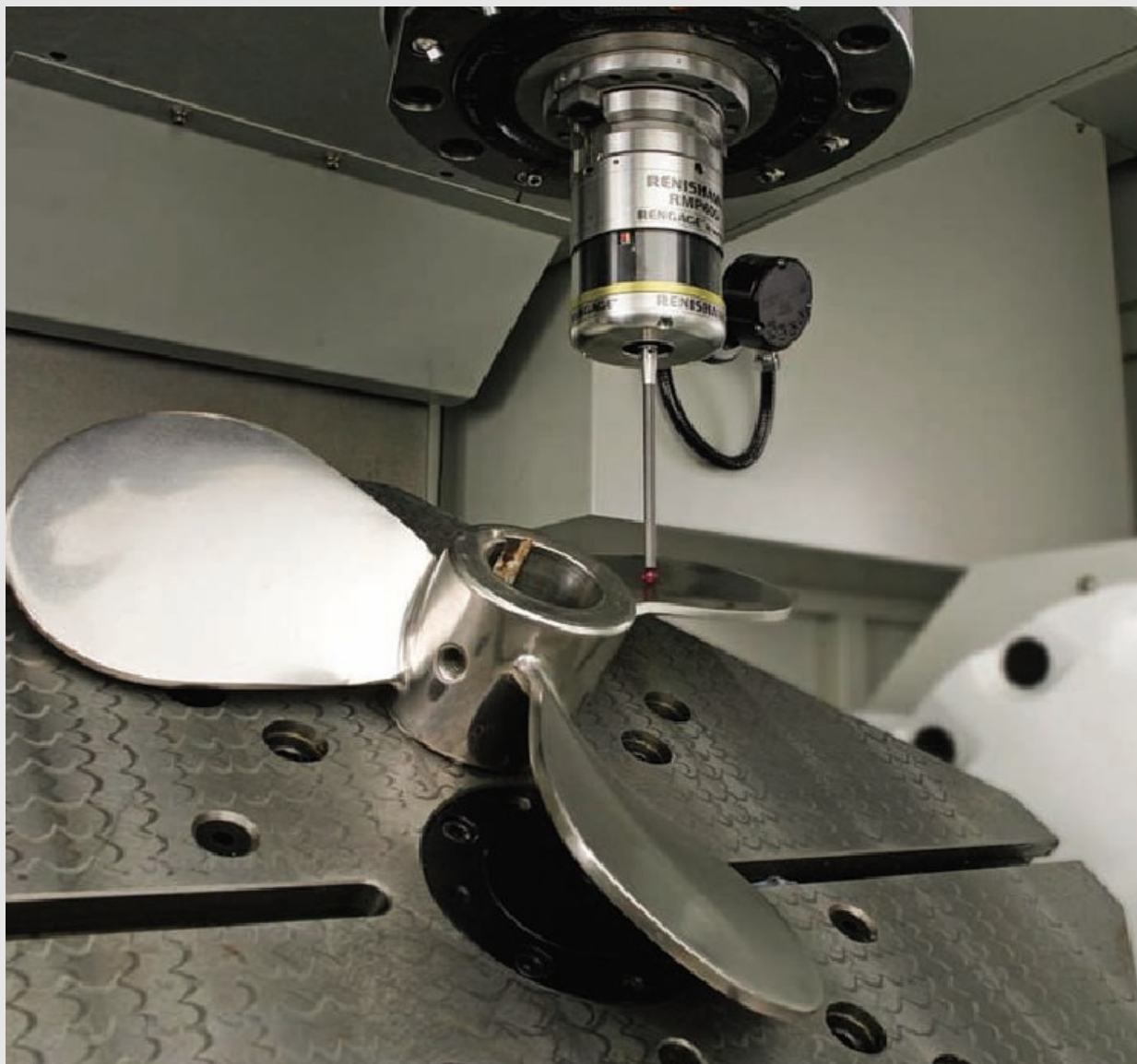
Dane techniczne elektrostykowych sond pomiarowych firmy Renishaw

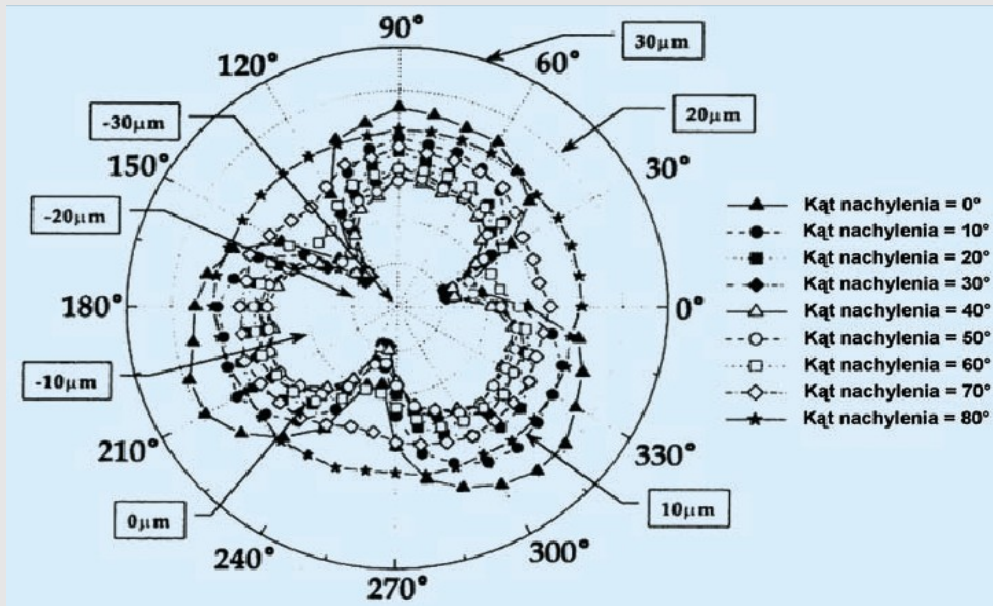
Parametry	Sonda typu TP1(S)	Sonda typu TP2-5W	Sonda typu TP2-6W
Kierunki ruchu trzpienia	$\pm X, \pm Y, +Z$	$\pm X, \pm Y, +Z$	$\pm X, \pm Y, \pm Z$
Rozrzut sygnału styku	0,5 μm	0,35 μm	1,0 μm
Ruch jałowy trzpienia	$XY \pm 19,5^\circ$ $Z + 10 \text{ mm}$	$XY \pm 14^\circ$ $Z + 4 \text{ mm}$	$XY \pm 15^\circ$ $Z + 10 \text{ mm}$ $Z - 1,5 \text{ mm}$
Nacisk pomiarowy Nacisk nastawiany fabrycznie	0,10 ÷ 0,50 N 0,15 N	0,07 ÷ 0,15 N 0,07 ÷ 0,08 N	0,07 ÷ 0,15 N 0,07 ÷ 0,08 N
Podstawowa długość trzpienia pomiarowego	31 mm	10 mm	10 mm
Wymiary korpusu średnica wysokość	46 mm 46 mm	13 mm 35 mm	13 mm 35 mm

Ze względu na niedokładności sond pomiarowych z przetwornikiem elektrostykowym (w granicach od 0,35 do 1 μm) są one wypierane przez sondy pomiarowe z przetwornikiem piezoelektrycznym. Powtarzalność sygnału na poziomie 2σ i długości trzpienia 60mm wynosi 0,5 μm .







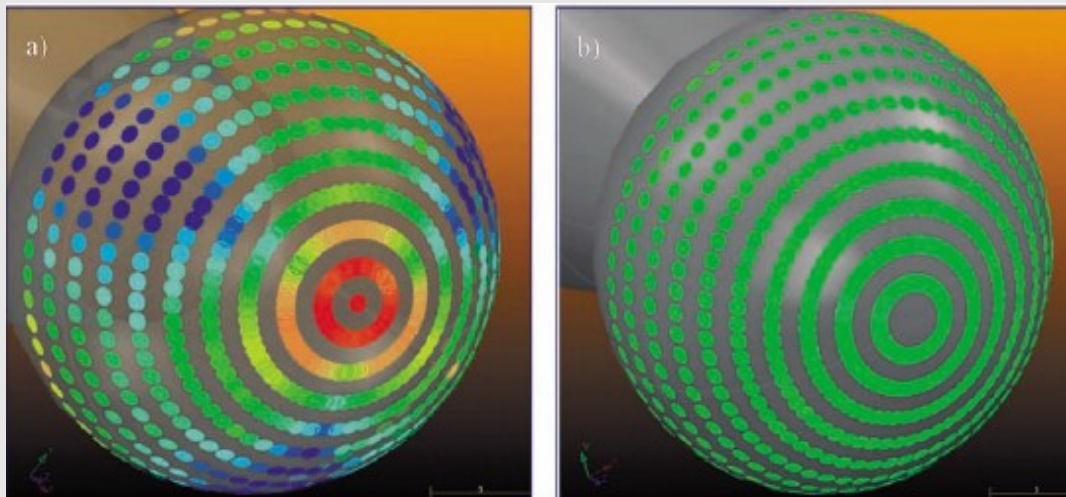


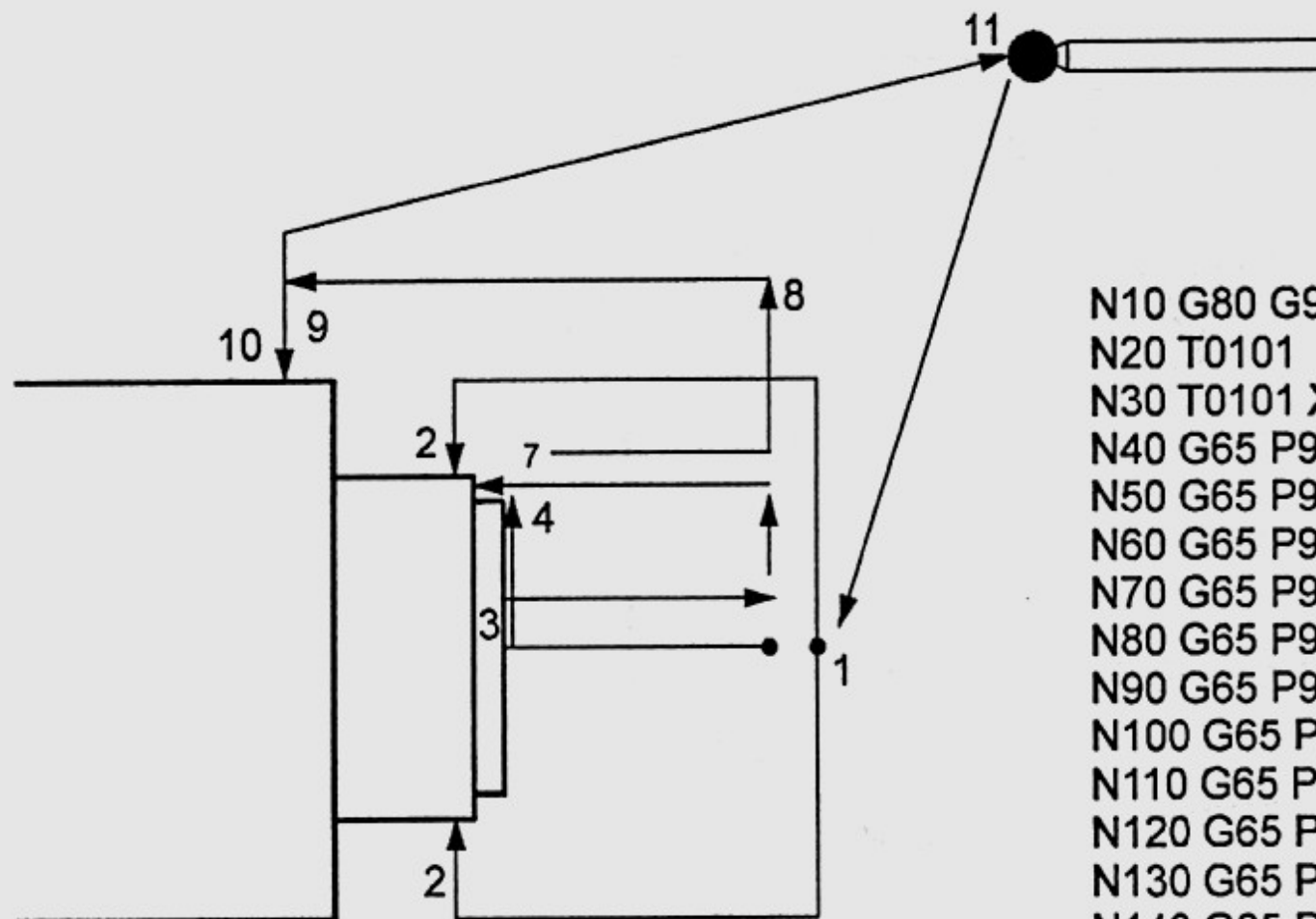
Sondy: elektrostykowa TX/RX 40.00 i tensometryczna Renishaw OMP400, obrabiarki NANO FOCUS, LM-1 i LM-2 oraz kula wzorcowa o błędach poniżej 50 nm.

Charakterystyka błędów sondy tensometrycznej jest sferyczna lub prawie sferyczna.

Niestabilność punktu przełączania sondy tensometrycznej jest mniejsza niż niestabilność punktu przełączania sondy elektrostykowej.

Wartość tego parametru wyznaczona w płaszczyźnie prostopadłej do osi sondy wynosi dla sondy elektrostykowej 12 μm , a dla sondy tensometrycznej – 1,5 μm .

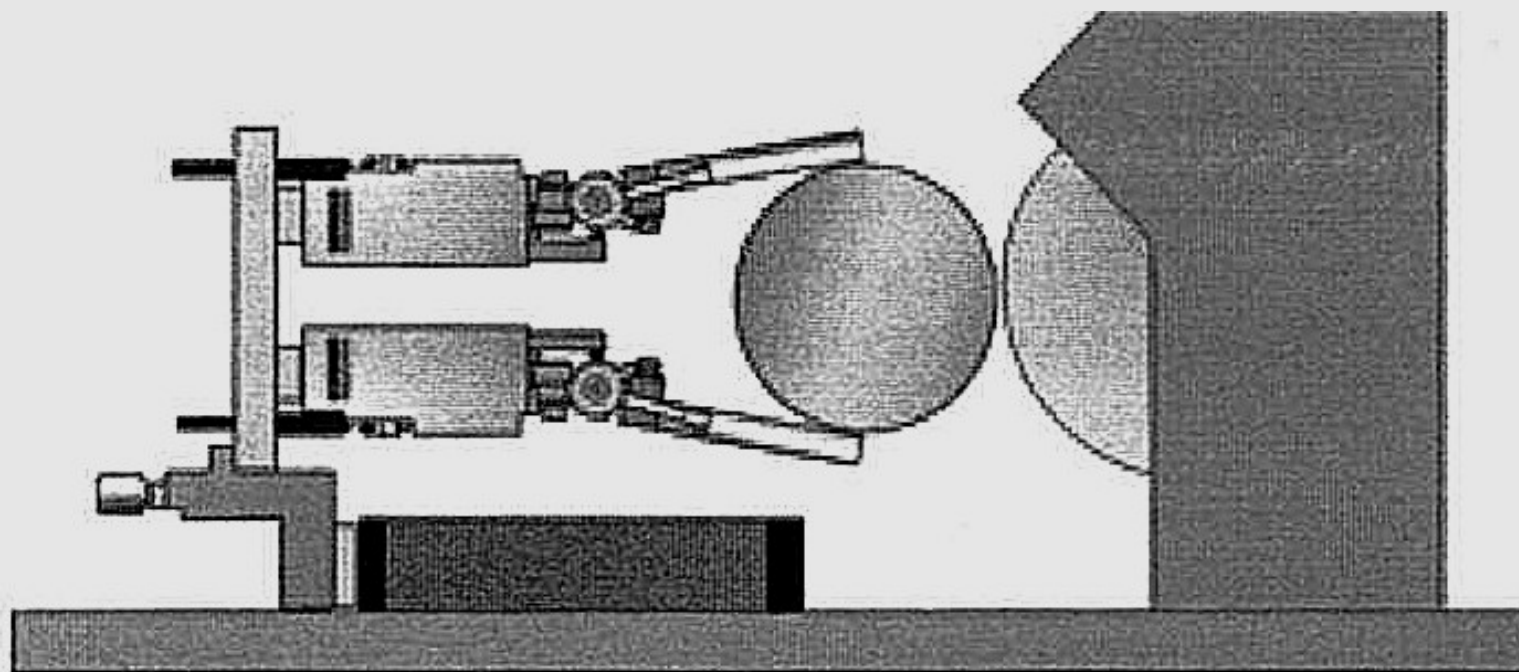




```

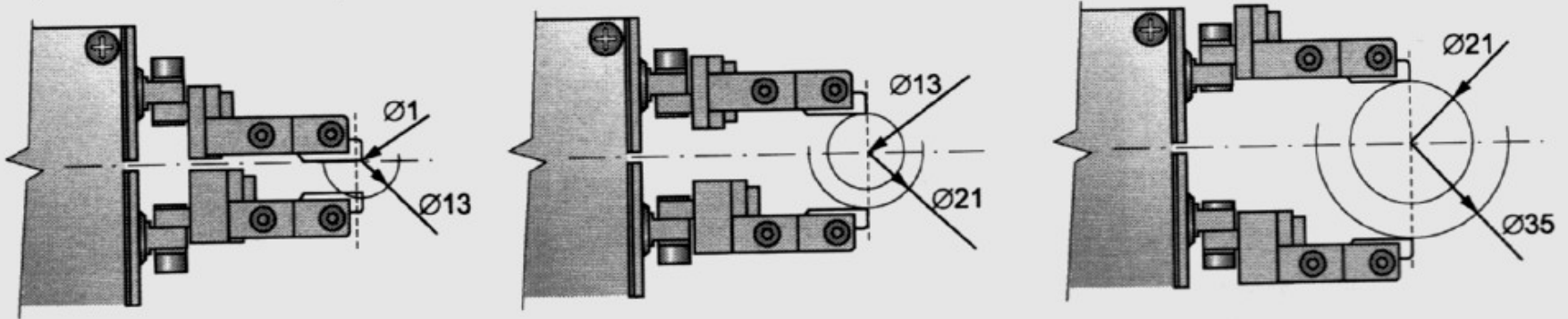
N10 G80 G90 G00
N20 T0101
N30 T0101 X100 Z60
N40 G65 P9010 X0 Z10 F1000
N50 G65 P9019 D50 Z-5 T5 M
N60 G65 P9010 Z-10
N70 G65 P9015 X40 T7 M8
N80 G65 P9010 Z5
N90 G65 P9010 X45
N100 G65 P9018 Z0 M9 E1
N110 G65 P9010 X70
N120 G65 P9010 Z-15
N130 G65 P9015 X65 T10 M1
N140 G65 P9010 X100 Z60
N150 G28 U0 W0
N160 M30

```

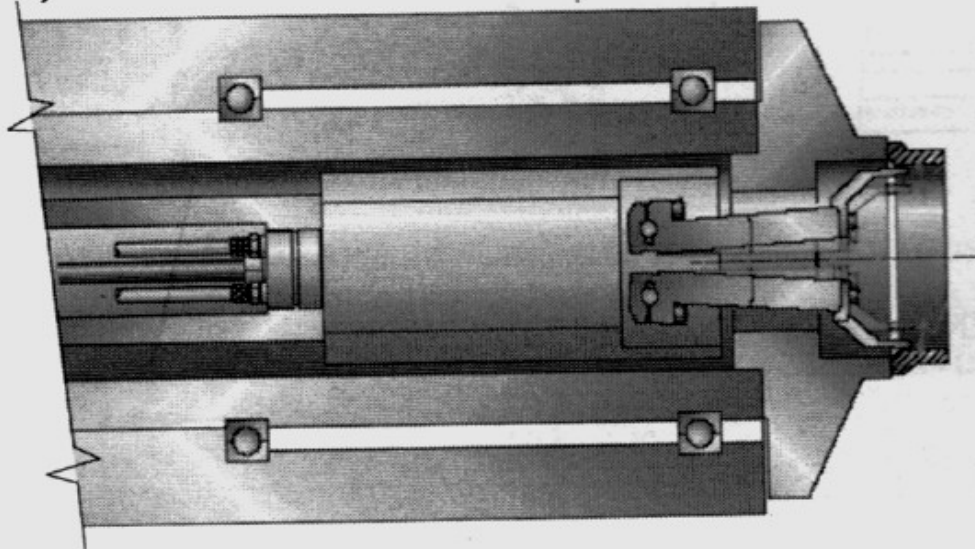



Główce pomiarowe firmy MARPOSS mierzące wymiary:
a) zewnętrzne (średnicę wałków, szerokość kołnierza),
b) wewnętrzne (średnicę otworów)

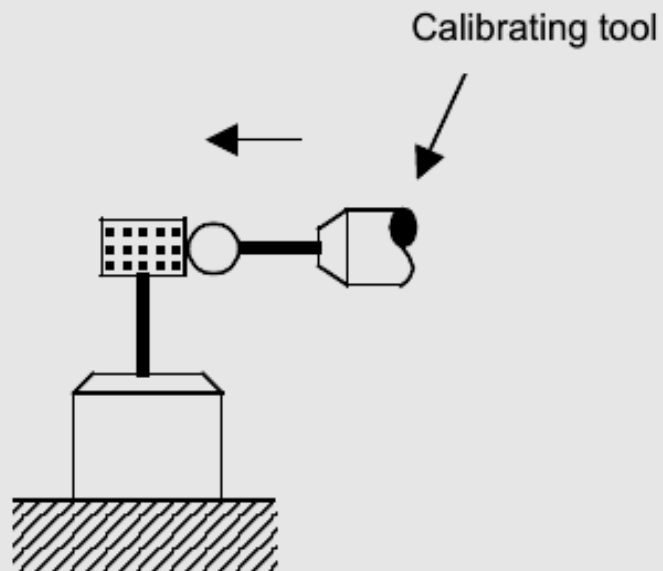
a)



b)

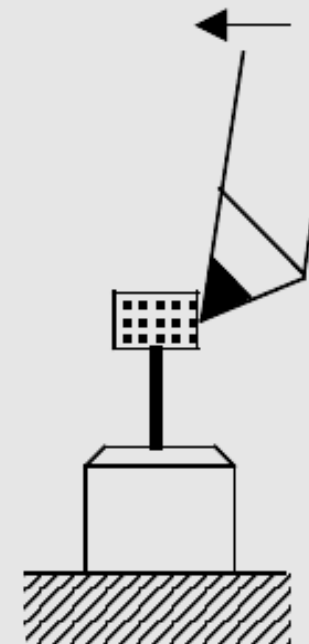


Calibrate tool probe

**Result:**

Probe switching point referred to machine zero point

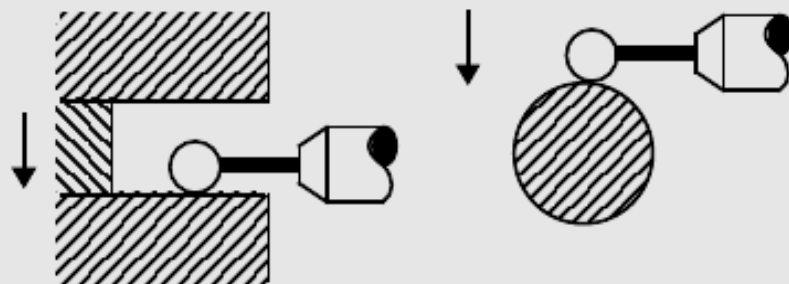
Measure tool

**Result:**

Tool length (X,Z)

CYKLE POMIAROWE

1-point measurement outside



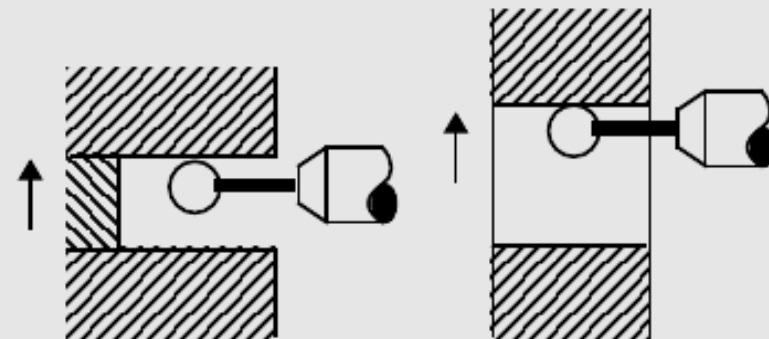
Calibrating

Measuring

Result:

Actual dimension (diameter, length)
deviation,
tool offset,
zero offset (G58)

1-point measurement inside



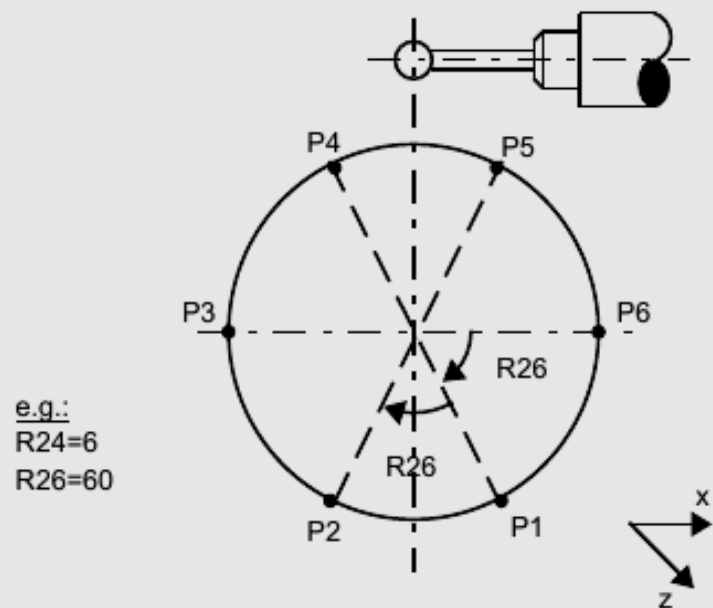
Calibrating

Measuring

Result:

Actual dimension (diameter, length)
deviation,
tool offset,
zero offset (G58)

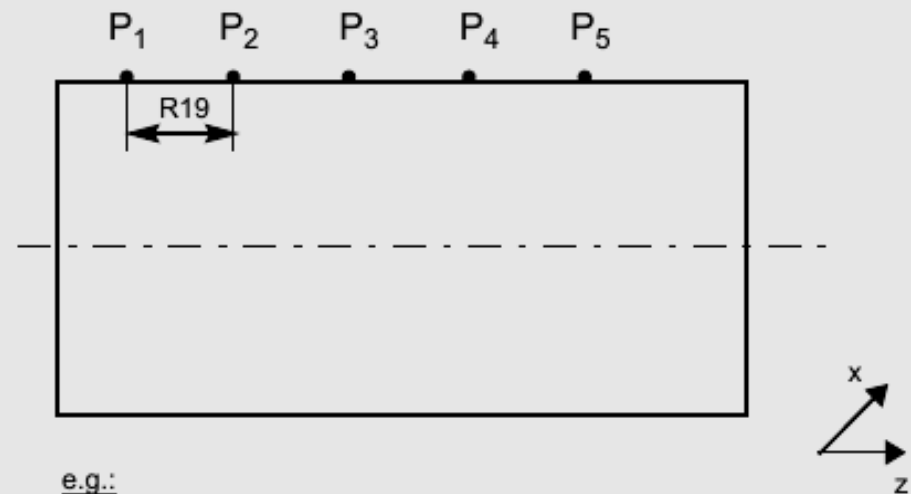
Multi-point measurement on circumference



Result:

Actual dimension (diameter, length)
 deviation,
 tool offset

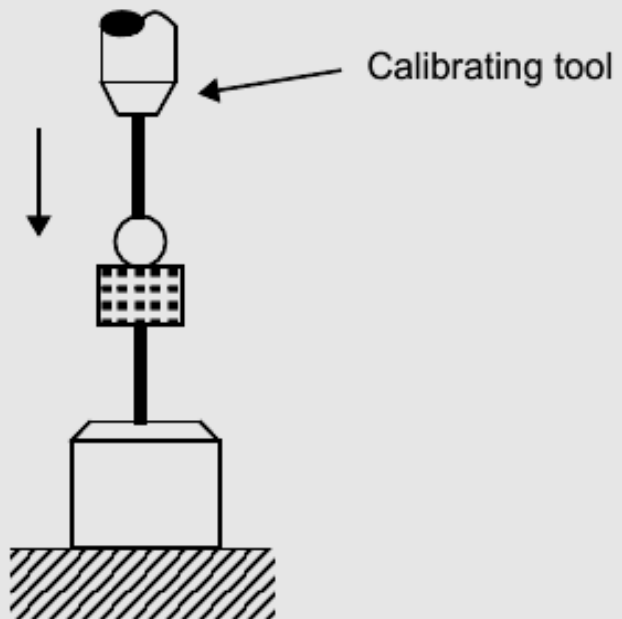
Multi-point measurement on cylinder



Result:

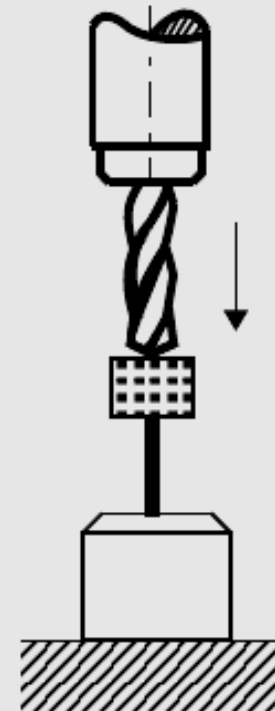
Actual dimension (diameter, length)
 deviation,
 tool offset

Calibrate tool probe

**Result:**

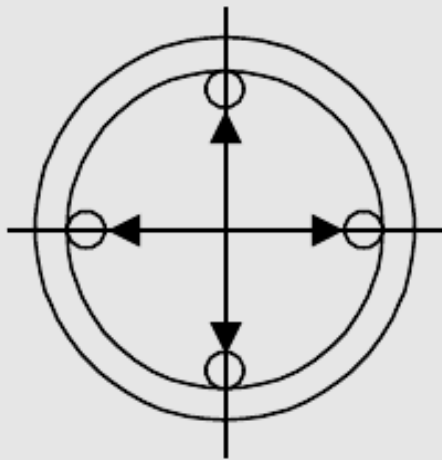
Probe switching point referred to machine zero point

Measure tool

**Result:**

Tool length,
tool diameter

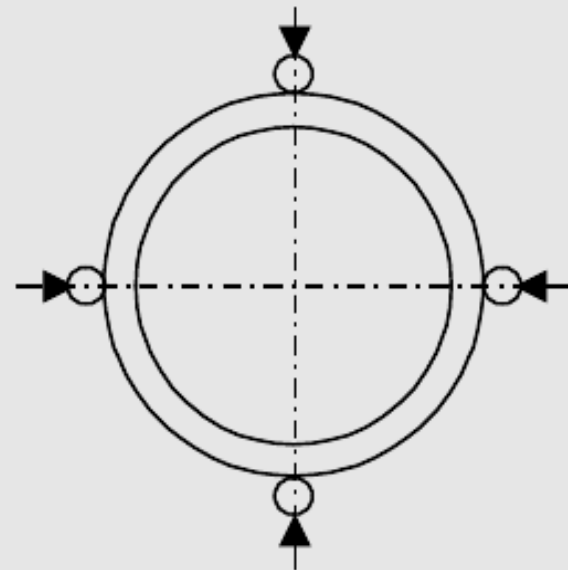
Bore:



Result:

Actual dimension (diameter),
deviation, centre point,
tool offset,
zero offset (G58)

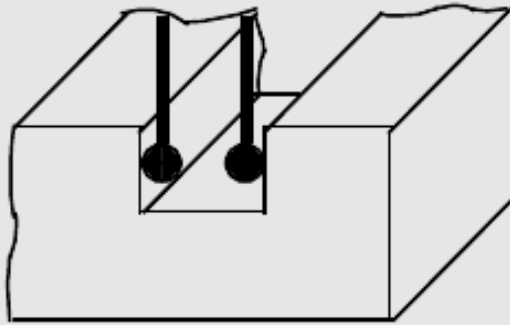
Shaft:



Result:

Actual dimension (diameter),
deviation, centre point,
tool offset,
zero offset (G58)

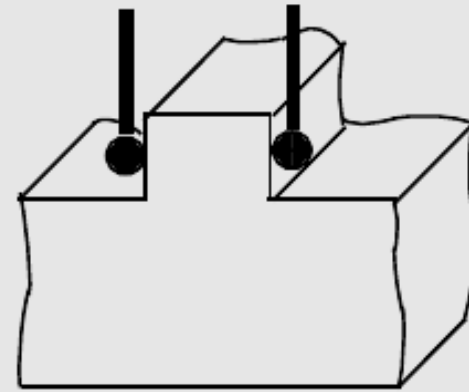
Slot:



Result:

Actual dimension (slot width),
deviation, slot centre,
tool offset,
zero offset (G58)

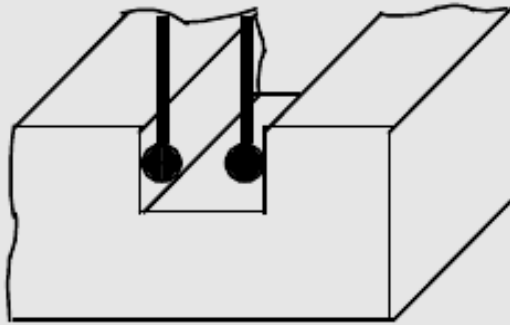
Web:



Result:

Actual dimension (web width),
deviation, web centre,
tool offset,
zero offset (G58)

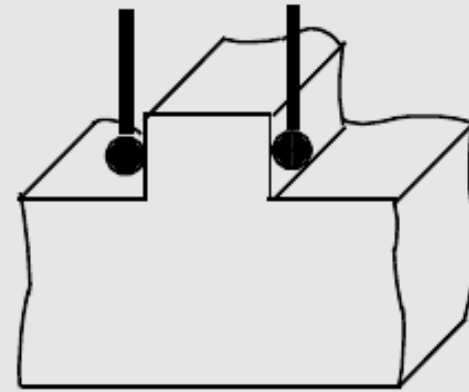
Slot:



Result:

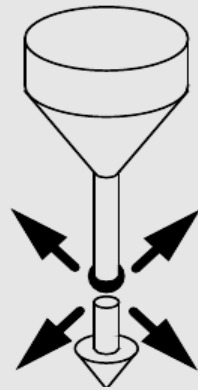
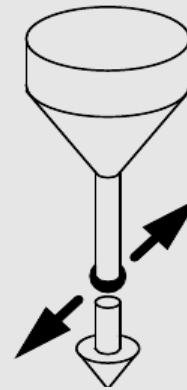
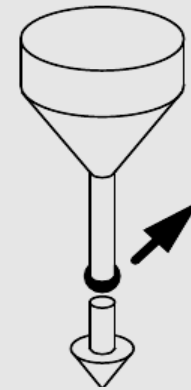
Actual dimension (slot width),
deviation, slot centre,
tool offset,
zero offset (G58)

Web:

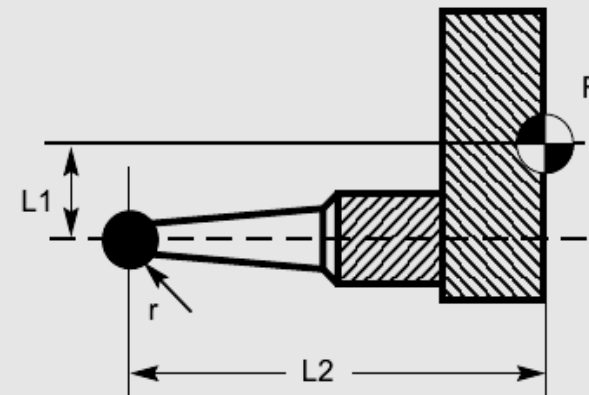
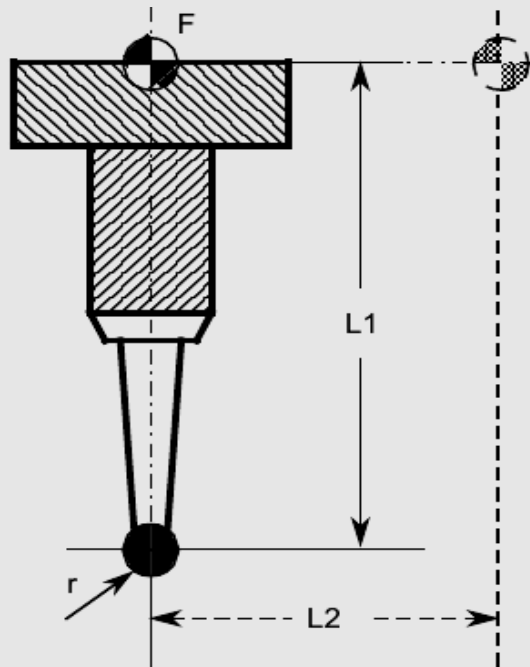
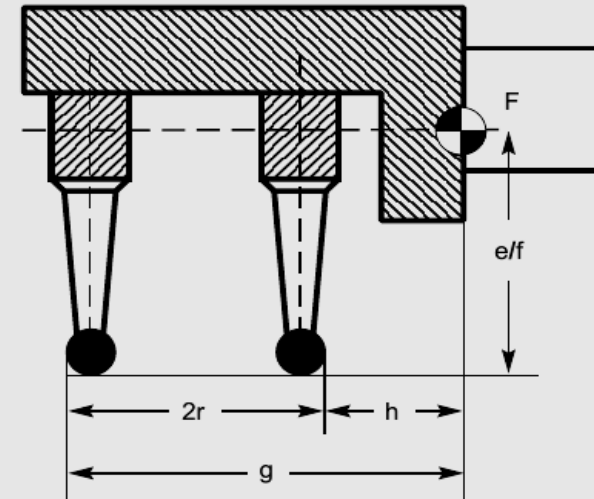
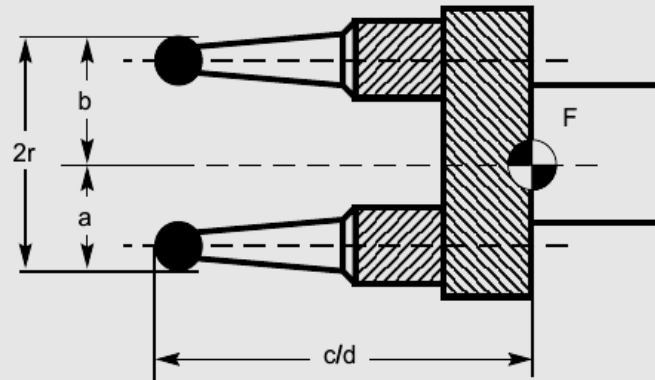


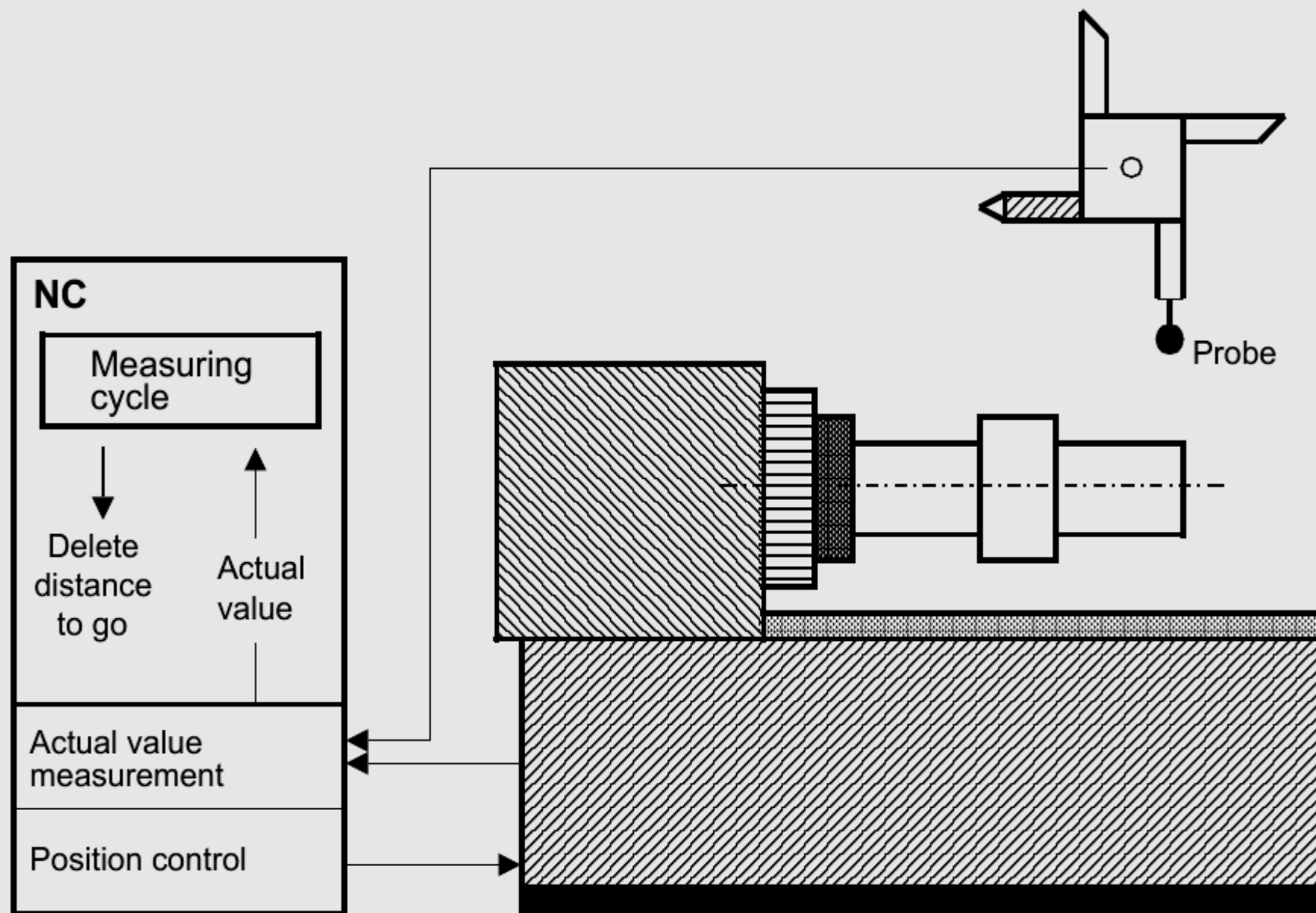
Result:

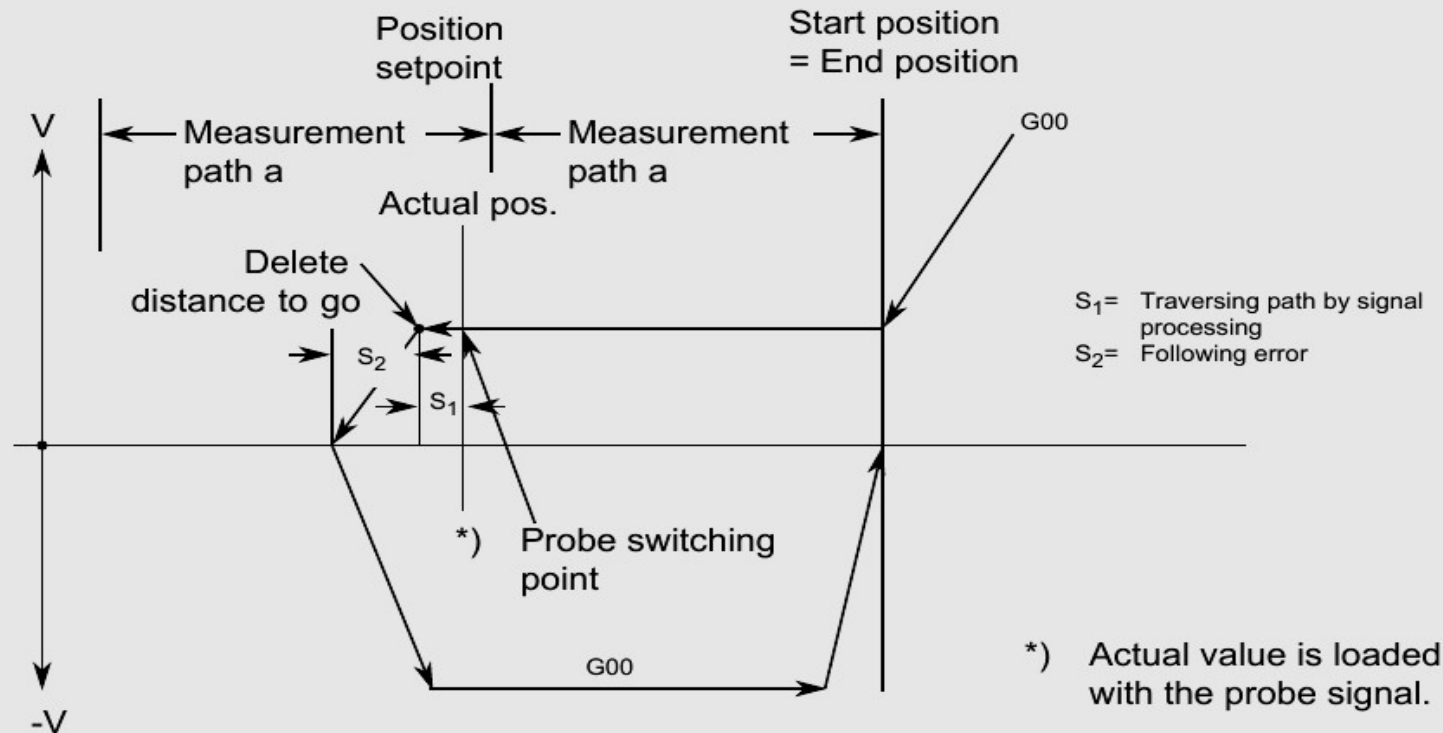
Actual dimension (web width),
deviation, web centre,
tool offset,
zero offset (G58)

Multidirectional probe**Bidirectional probe****Monodirectional probe**

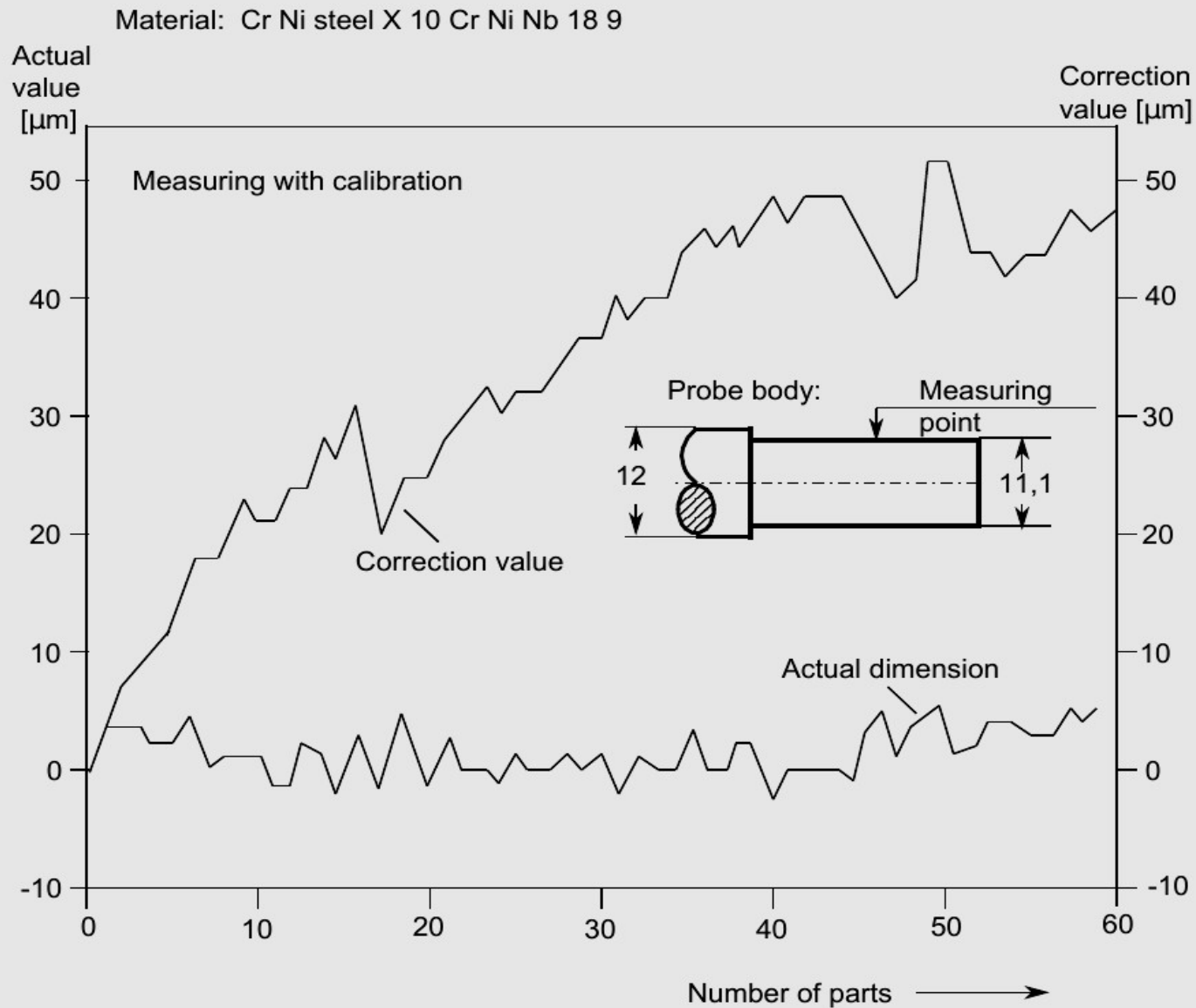
	Turning machine		Milling machines and machining centres	
	Tool measurement	Workpiece measurement	Tool measurement	Workpiece measurement
Multidirectional probe	yes	yes	yes	yes
Bidirectional probe		yes		yes
Monodirectional probe				yes





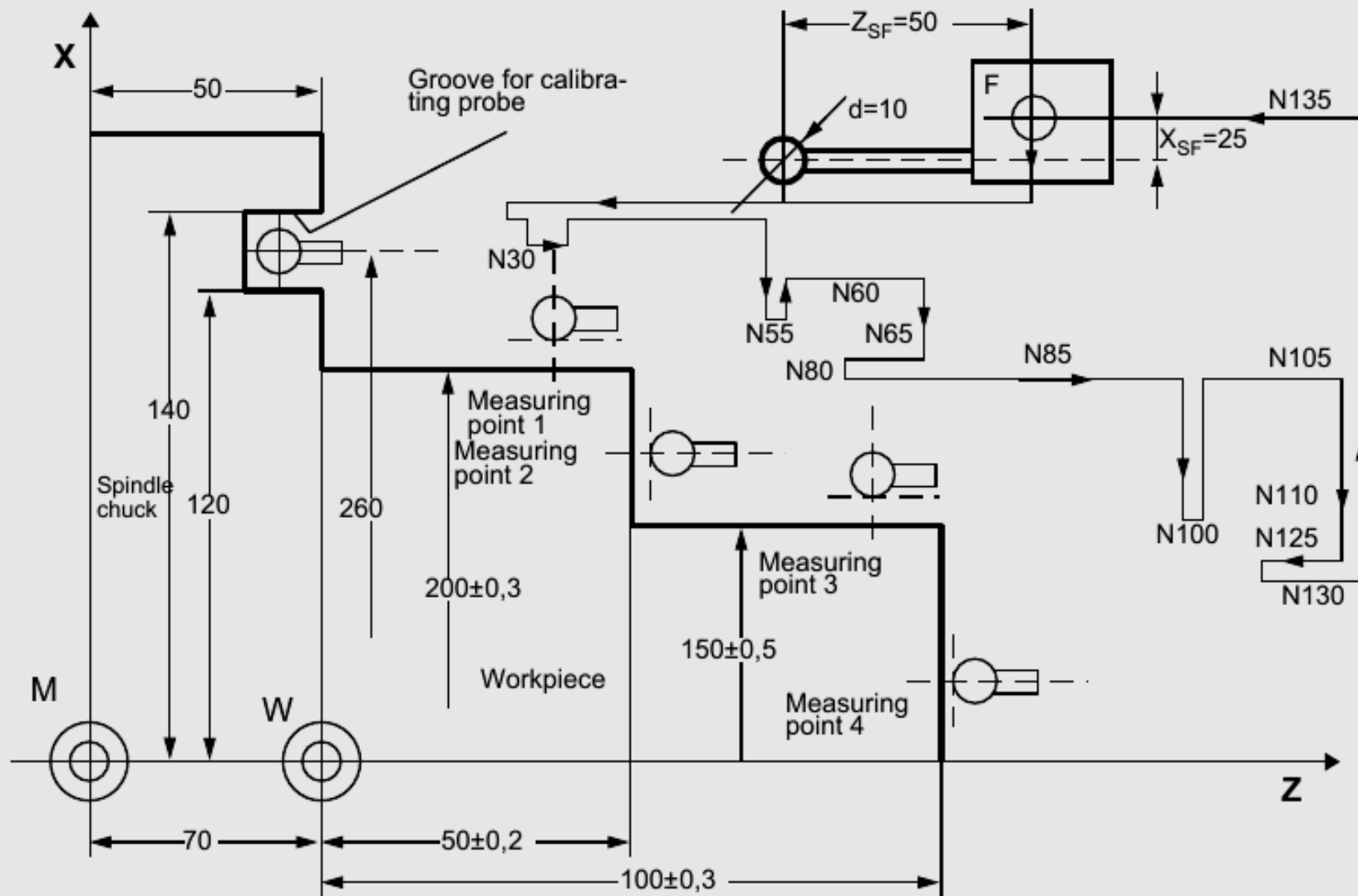


The moment the switching signal is transmitted by the probe, the current position is loaded into a register (R parameter) as actual value by in-process measurement. Following this, i.e. after a distance S_1 covered by the machine while the signal is being processed, the function "Delete distance to go" is executed and the old start position is preset as the new set value. This end position is then approached in rapid mode.



The repeat accuracy of SINUMERIK controls for in-process measurement is $\pm 1 \mu\text{m}$. The attainable measuring accuracy therefore depends on the following factors:

- Repeat accuracy of machine,
- Repeat accuracy of probe,
- Resolution of measuring system.



%MPF 202

N1	R900=R900+1	(Increment workpiece counter by 1)
	R39=00000100	(Define control parameter for header data transfer)
	R40=R900	(Header data)
	R41=12343210	(Header data)
	R43=974	(Header data)
	R44=10002000	(Header data)
N4	L988	(Transfer header data to the PLC)
N5	G54 G00 X260 Z T1 D31	(Select ZO, call T No. and TO No.)
N10	R22=1 R23=22 R25=0	(Define parameter for calibration)
	R27=1 R28=1 R30=1	
N15	R31=1 R32=-20 R33=0 R36=1	
N20	L973	(Calibrate probe in minus Z direction)
N25	R30=2 R32=240	(Define parameter for calibration)
N30	L973	(Calibrate probe in minus X direction)

N35 G54 G00 Z40 T2 D32

(Position MP1, call T No. and MC No.)

N40 R10=8 R11=0 R22=1
R23=21 R25=0 R27=1
R28=1 R29=1 R30=2

(Define parameter for measurement)

N45 R33=0.002 R34=0.005
R36=2 R37=1 R40=0.3
R41=-0.3 R42=200

(Define control parameter for transfer of measurement results)

N46 R39=11110220

N55 L974

(Measure MP1)

N60 G00 Z70 T1 D31

(Position probe to face MP2)

N65 X175

N70 R10=9 R30=1
R40=0.2

(Define parameter for measurement)

R41=-0.2 R42=50

N71 R39=11110220

(Define control parameter for transfer of measurement results)

N80 L974

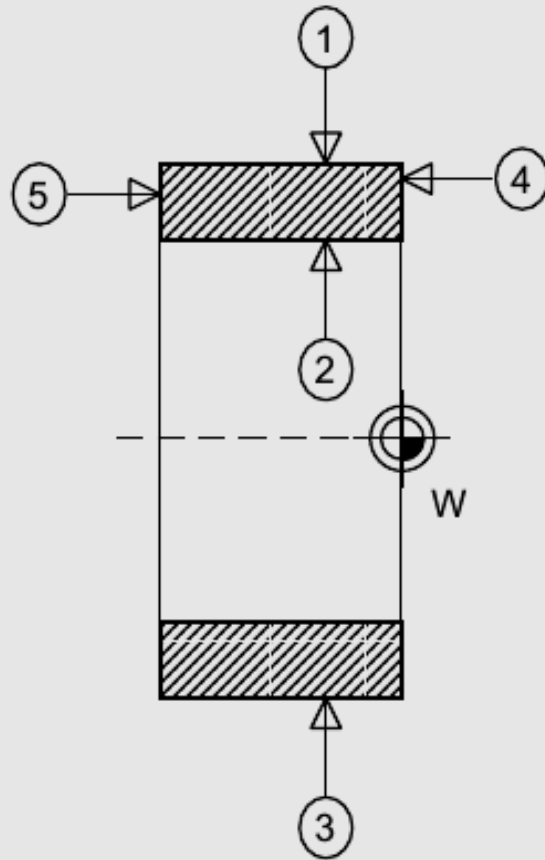
(Measure MP2)

N85	G00 Z80 T2 D32	(Position probe to face MP3)
N90	R10=10 R30=2	(Define parameter for measurement)
	R40=0.5	
	R41=-0.5 R42=150	
N91	R39=11110220	(Define control parameter for transfer of measurement results)
N100	L974	(Measure MP3)
N105	G00 Z150 T1 D31	(Position probe to face MP4)
N110	X50	
N115	R10=11 R30=1	(Define parameter for measurement)
	R40=0.3	
	R41=-0.3 R42=100	
N116	R39=11110220	(Define control parameter for transfer of measurement results)
N125	L974	(Measure MP4)
N130	G53 G00 Z250 T0	(Retract Z axis)
N135	G53 X280	(Retract X axis)
N140	R39=11911311	(Define end of protocol)
N145	L988	(and transfer to the PLC)
N150	M30	

Part number : 17 Date: 30.08.91 Page: 1 Order number : 12343210 Program number : 974 Serial number : 10002000						
Measuring point	Setpoint	Actual value	Tolerance limit		Setpoint difference	Time of day
			+	–		
1	200.000	200.104	0.300	– 0.300	– 0.104	09:36:20
2	50.000	50.797	0.200	– 0.200	–0.797 *	09:36:30
3	150.000	149.946	0.500	– 0.500	0.054	09:36:40
4	100.000	100.141	0.300	– 0.300	– 0.141	09:36:50

L974 Workpiece measurement

R23 = 0	1-point measurement ZO determination
R23 = 21	1-point measurement
R23 = 22	1-point measurement with reversal
R23 = 23	2-point measurement on diameter; inside without protection zone
R23 = 24	2-point measurement on diameter; inside with protection zone
R23 = 25	Multi-point measurement on circumference
R23 = 26	Multi-point measurement on cylinder



Start position

1: - X Outside diameter

2: +X Inside diameter

3: +X Outside diameter

(Calibrating and measuring
beneath turning centre:

Set value negative)

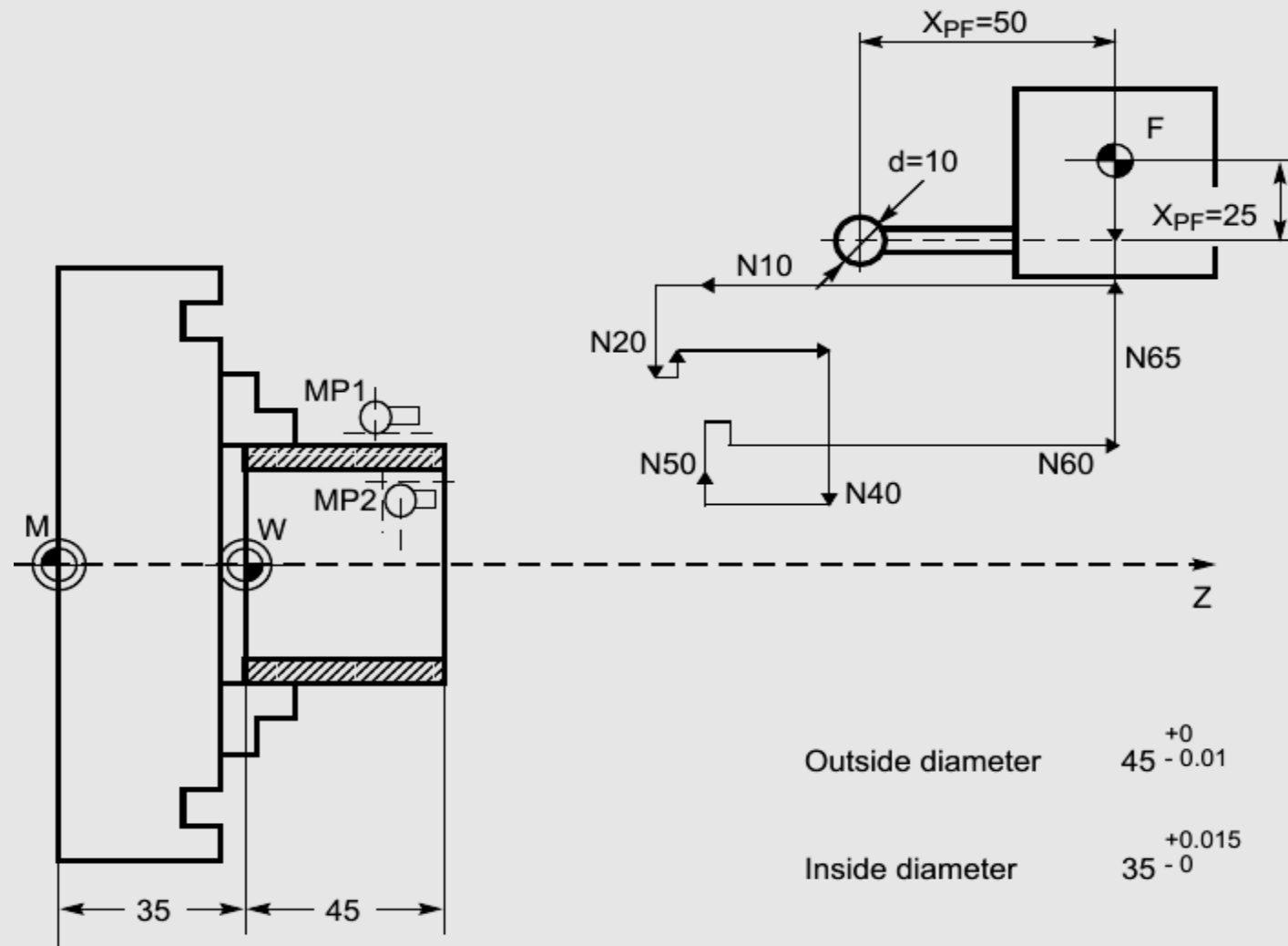
4: - Z Measure length

5: +Z Measure length:

(left of workpiece zero point in
+Z direction:

Set value negative)

L974 1- point measurement



%MPF 9741

N5	T1 G18	Call T No. with TO No.
N10	G54 G0 Z30 D31 X	Preposition probe
N15	R10=8 R11=13 R22=1 R23=21 R25=0 R27=1 R28=1 R29=2 R30=2 R33=0.002 R34=0.005 R36=0.5 R37=0.04 R40=0 R41=-0.01 R42=45	Define parameters for measurement
N25	L974	Measure outside diameter
N30	G0 G54 Z60	Position probe to face MP2
N35	X0	
N40	R10=9 R11=14 R22=1 R23=21 R25=0 R27=1 R28=1 R29=2 R30=2 R33=0.002 R34=0.005 R36=0.5 R37=0.04 R40=0.015 R41=0 R42=35	Define parameters for measurement
N50	L974	Measure inside diameter
N55	G0 G53 Z110 D0	Retraction
N60	G53 X90	
N65	M30	

