

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Производно машинство

Предмет: Машине алатке

Број индекса: 249/2012

Снежана Љ. Поповић

Специфичности мерне машине

-завршни рад-

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. др Богдан Недић - ментор
2. _____
3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ

ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА У КРАГУЈЕВЦУ

Катедра за: ПРОИЗВОДНО МАШИНСТВО

Предмет: Машине алатке

ЗАВРШНИ РАД

са темом:

Специфичности мерне машине

Кандидат: Снежана Поповић, број индекса 249/2012

У оквиру завршног рада кандидат треба да изврши мерења на машини FORMTESTER MMR4, објасни мерну технику и да кроз примере који буду измерени објасни како и шта машина ради.

Завршни рада треба да садржи следеће целине:

1. Уводно разматрање и значај мерних машина,
2. Увод у метрологију
3. Мерење и мерна машина FORMTESTER MMR4
4. Рад машине-примери,
5. Закључак,
6. Литература.

Препоручена литература:

ПРЕДМЕТНИ НАСТАВНИК

Проф. др Богдан Недић

Крагујевац, јун, 2015. год.

Садржај :

Резиме	5
Увод	6
2. Увод у метрологију	7
2.1 Мерење – дефиниција	7
2.2 Метрологија	7
2.3 Мерна средства	9
2.4 Контрола облика и међусобног положаја положаја	9
2.4.1 Одступања и методе контроле одступања облика и положаја	9
2.4.2 Методе контроле облика	13
2.4.3 Методе контроле положаја	15
3. Мерење и мерна машина – FORMTESTER MMR4	17
3.1 Опис елемената за опслуживање и функционисање	17
3.2 Тастатура за опслуживање на машини	25
3.3 FORMMETER F2P	28
3.3.1 Елементи и компоненте опслуживања	29
3.3.2 Безбедност	30
3.3.3 Повезивање монитора на мерач облика и положаја F2P	30
3.3.4 Улагање папира	31
3.3.5 Тастатура	32
3.3.5.1 Тастери	33
3.3.5.2 Остали тастери	35
4. Рад машине – примери	37
5. Закључак	50
6. Литература	51

Резиме

У овом раду анализирана је машина FORMTESTER MMR4 као и додатна опрема FORMMETER F2P, описане су компоненте које машина поседују. Такође је у раду описано шта је уопште мерење, које толеранције облика и положаја постоје.

Описано је за шта машина служи, која одступања поседује и каква све мерење могу да се изведу на њој. Након тога дати су примери мерења, и кроз њих ће се дати детаљан опис како се рукује машином.

Кључне речи: FORMTESTER MMR4, FORMMETER F2P

Abstract

In this work we analyzed the machine FORMTESTER MMR4 and accessories FORMMETER F2R describe in detail the components that possess. The work also described what is a measurement that shape and position tolerances exist.

Described is what machine is used, which deviations owns and what all the measurement can be performed on it. After that, the following are examples of measurements, and through them will be given a detailed description of how to operate the machine.

Kew words: FORMTESTER, FORMMETER F2P

Увод

Мерење и контрола је пратећи и нераздвојиви део производње. Са развојем науке и технике развијали су се и инструменти и уређаји за мерење, мерне методе и мерни системи тако да су методе и мерна средства у производњи усаглашени са технологијом обраде, производним системом и производним организационим методама. При мерењу треба обезбедити податке о различитим физичким величинама: дискретним и непрекидним, константним и променљивим, зависним и независним.

Основне величине: дужина, маса, време итд.

Изведене величине: површина, брзина итд.

Резултат мерења се представља као квантитативна информација о основним својствима мерног објекта, која је добијена као резултат физичког процеса са одређеним степеном тачности. Проблем мера и мерења је веома комплексан и њима се бави наука о јединству мера и тачности мерења – **метрологија** чија је реч грчког порекла (**metro** – мера, **logos** – учење). Метрологија се дели на општу и примењену.

Општа метрологија се бави фундаменталним истраживањима и стварањем система мерних јединица, еталона и физичких константи.

Примењена метрологија се бави решавањем практичним проблема мерења.

- У другом поглављу биће разматрано мерење, како се одређују вредности (величине) неке појаве или објекта и који мерни инструменти су потребни да би се дошло до одређених вредности и које све толеранције облика и положаја постоје.
- У трећем поглављу дат је опис машине FORMTESTER MMR4 која служи за мерење одступања. Поред машине постоји и додатна опрема FORMMETER F2P , чија је улога да обради податке за облик и положај као и то да након извршених мерења прикаже резултате који се добијају после измереног профила.
- У четвртом поглављу стављен је акценат на рад машине и кроз неколико примера је дат детаљан опис како руковати њом.

2. Увод у метрологију

Мерење је настало као резултат потребе за квантитативним карактерисањем природних појава, а директно је резултат опажања и потребе за поређењем.

2.1 Мерење – дефиниција

МЕРЕЊЕ је скуп експерименталних поступака који имају за циљ одређивање једне величине, или МЕРЕЊЕ је процес поређења вредности непознате величине са величином која је узета за јединицу мере.

2.2 Метрологија

Наука о мерењима је логична последица развоја природних наука и техничких дисциплина. Данас се под називом метрологија подразумева **наука која се бави методама мерења пре свега физичких величина, реализацијом и одржавањем еталона физичких величина, развојем и израдом мерних средстава и обрадом и анализом измерених резултата.**

Најједноставније речено *метрологија је наука о мерењу.*

Основни задаци метрологије су:

- развој опште теорије мерења,
- утврђивање јединица физичких величина и њихових система,
- развој поузданих еталона мерних јединица, метода и поступака њихових чувања и репродуковања,
- разрада метода оцено грешке мерења, стања и тачности средстава мерења и контроле,
- развој експертних система обезбеђења потребне тачности мерења и контроле, као и управљање производним процесима,
- изналажење одговарајућих метода обезбеђења јединства мера и мерења и реализација других активности усмерених ка повећању тачности, поузданости и производности мерења и контроле.

Зависно од физичких величина, које су основа проучавања, метрологија се разврстава на већи број метролошких области као што су:

- метрологија дужина, површина и углова,
- метрологија масе, силе и притиска,
- метрологија физичко – хемијских величина и
- метрологија електричних величина

Према области примене метрологија се дели на:

- општу и
- примењену.

Општа метрологија обрађује заједничке проблеме мерења и контроле, проблеме везане за све метролошке области независно од врсте мерних средстава и физичких величина које се идентификују (појмови, правила, принципи и сл.). Основна проблематика опште метрологије је систем мерних јединица, одређивање грешака мерења, метролошка својства мерних средстава, теорије информација о мерењима и сл.

Примењена метрологија је метрологија посвећена проблематици мерења и контроле карактеристичној за одређене намене – области. Обухвата мерење и контролу унапред познате и дефинисане једне или више физичких величина. Према области примене примењена метрологија се дели на :

- ✓ техничку,
- ✓ индустријску,
- ✓ астрономску,
- ✓ медицинску итд.

Техничка метрологија бави се проблемима мерења у техници у којој су заступљене све метролошке области са одговарајућим мерним средствима и мерним методама. То значи да су **астрономска** и **медицинска метрологија** посвећене мерним средствима и методама мерења различитих величина у астрономији и медицини.

Индустријска метрологија или **производна метрологија** баве се проблемима мерења (поступцима, техникама, технологијама, средствима и сл.) различитих величина у индустрији. То су величине које припадају једној или већем броју метролошких области, јер је реч о мерењу и контроли дужина, масе, запремине итд.

Основни и важнији део метрологије је:

- ✓ Законска или легална метрологија

Законска метрологија је област метрологије коју, због општег значаја, регулише држава законима и прописима. Законска метрологија обезбеђује : мерно јединство у земљи, развој метрологије у складу са технолошким развојем земље, повећање квалитета робе и услуга, заштиту потрошача у купопродајним односима, и контролисану заштиту човекове животне и радне средине.

2.3 Мерна средства

Мерно средство је апарат са нормираним карактеристикама које репродукују или чувају једну или више мерних јединица. Мерна средства се деле на: материјализоване мере, мерне инструменте и мерне претвараче.

Материјализоване мере су средства која се користе за репродуковање мерних јединица – еталони. За материјализоване мере треба знати: називну вредност, стабилност мере и референтне услове мерења. Материјализоване мере су нпр:

Еталонски отпорник од $R = 1 \Omega$; Вестонов напонски елемент од $U = 1.018 \text{ V}$ и сл.

Мерни инструменти су апарати који самостално или у склопу са другим апаратима служе за мерење. Мерни инструменти могу бити приказани као (амперметар, ватметар, термометар), или региструјући („графије“, меморије). Инструмент може да приказује тренутну вредност, кумулативну (интегрисану) величину, и њен извод (детектори „пика“), итд. Приказивање може бити аналогно или дигитално.

Мерни претварачи су апарати који претварају једне физичке величине у другу, а намењени су мерењу. Посебно важни за мерење су аналогно дигитални (A/D) и дигитално аналогни претварачи (D/A) који омогућавају превођење континуалних не дискретне величине и обрнуто.

2.4 Контрола облика и међусобног положаја положаја

2.4.1 Одступања и методе контроле одступања облика и положаја

Дозвољена одступања облика и положаја појединих елемената предмета обраде од идеалног геометријског облика дефинисана су стандардом JUS M. A1. 243 . Стандардима су обухваћене дефиниције појмова, симболи одступања и врсте ознака дозвољених одступања облика и положаја на конструктивној документацији.

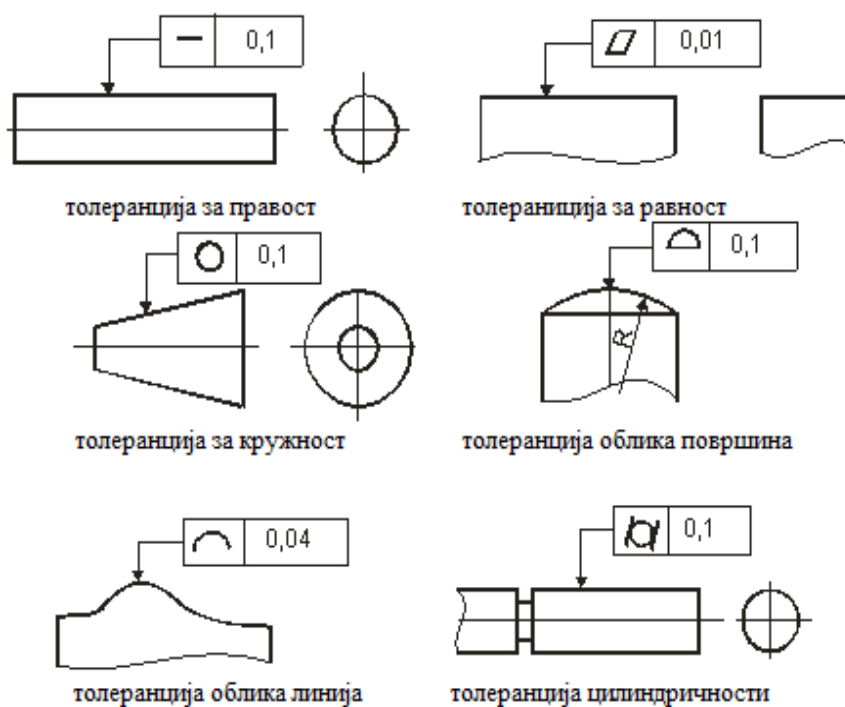
Дозвољена одступања облика и положаја се разврставају на:

- дозвољена одступања – толеранције облика и
- дозвољена одступања – толеранције положаја.

Одступање облика је одступање стварног профила од геометријски идеалног. Дозвољена одступања облика су приказана у (Табели 1 и Слици 1). То су правост, равност, кружност, цилиндричност, облик линије и облик површине.

Врста толеранције	Особина која се толерише	Симбол
Толеранције облика	Правост	—
	Равност	
	Кружност	
	Цилиндричност	
	Облик линије	
	Облик површине	

Табела 1. Дозвољена одступања облика [2]



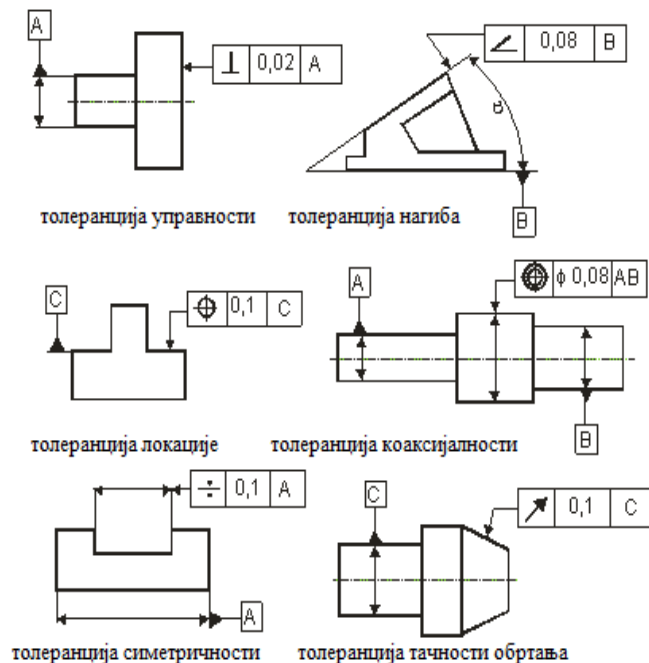
Слика 1. Примери означавања толеранције облика [1]

Одступања положаја површина су одступања стварног међусобног положаја у односу на идеални, дефинисан конструктивном документацијом (радионичким цртежом и сл.).

Дозвољена одступања положаја површина (Табела 2, Слика 2) су разврстана у три групе: одступање правца, одступање места и одступање тачности обртања.

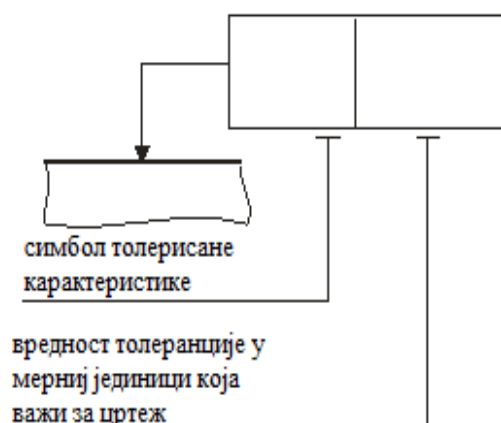
Врста толеранције		Особина која се толерише	Симболи
Толеранције положаја	Толеранције правца	Паралелност	//
		Управност	⊥
		Угао нагиба	∠
	Толеранције места	Локација	⊕
		Концентричност	⊙
		Симетричност	≡
	Толеранције тачности Обртања	Кружност	↗
		Равност	

Табела 2. Дозвољена одступања положаја [2]

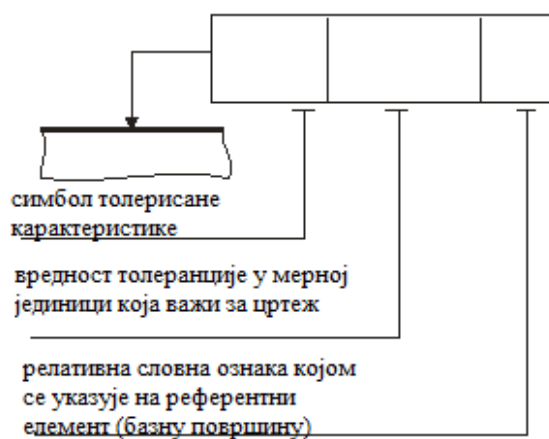


Слика 2. Примери означавања толеранције положаја [1]

Толеранцијама правца дефинише се паралелност, управност и угао нагиба. Толеранцијама места локација, концентричност, коаксијалност и симетричност, а толеранцијама обртања тачност, кружност и равност обртања. Уношење дозвољених одступања облика и положаја на конструктивној документацији (Слика 1 и Слика 2) се остварује преко стандарда који су дефинисани ознакама (Слика 3 и Слика 4).



Слика 3. Ознака толеранције облика [1]

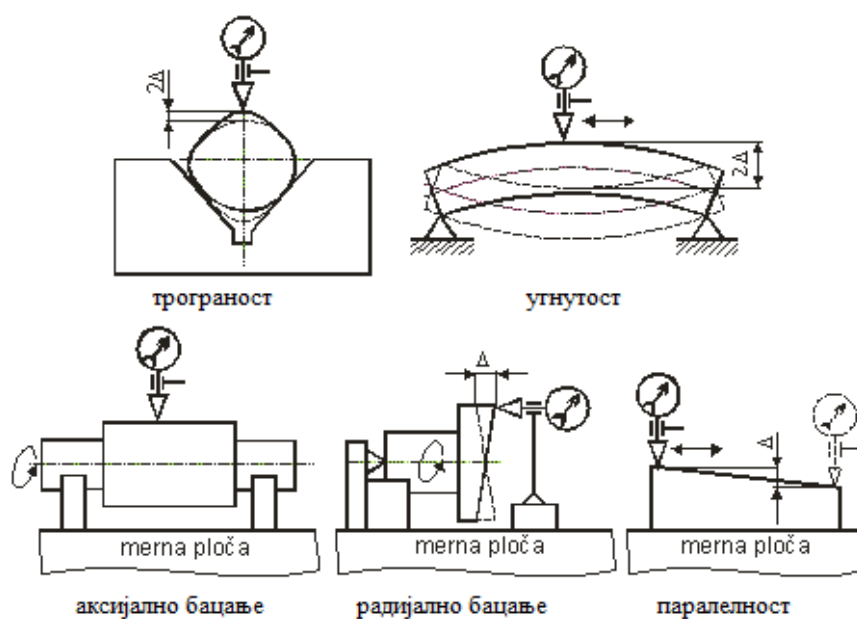


Слика 4. Ознаке толеранције положаја [1]

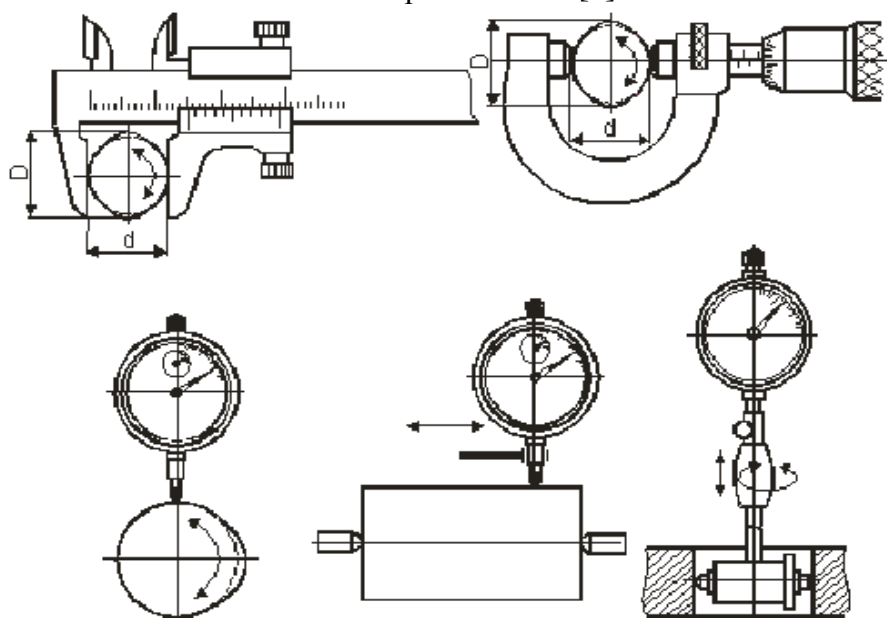
2.4.2 Методе контроле облика

Контрола облика се остварује директним и индиректним методама.

Директне методе базирају се на примени универзалних мерних инструмената (компаратора, микрометара и сл. – Слика 5 и 6) и специјалних уређаја за мерење и контролу облика (Слика 7).



Слика 5. Контрола облика [1]



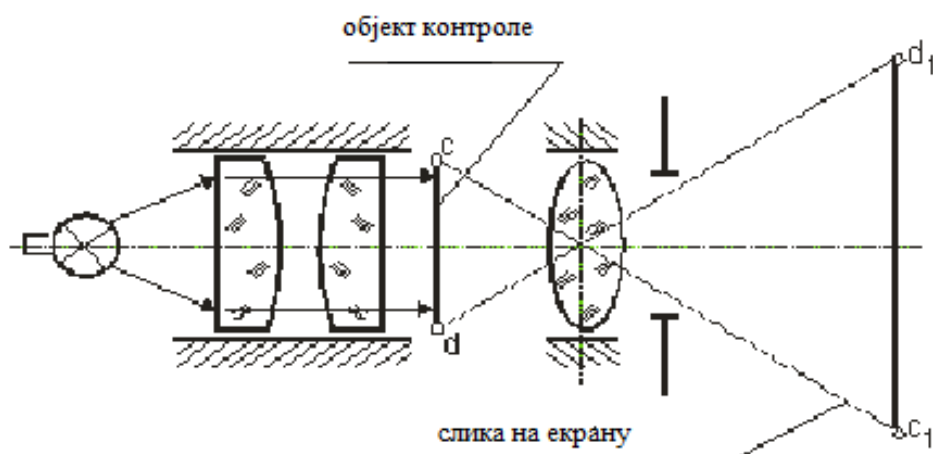
Слика 6. Принципијелна шема контроле облика помоћу универзалних мерних средстава [1]

Међутим, у серијској и масовној производњи све се чешће користе савремени типови мерних машина за контролу облика (Слика 7). То су машине са дигиталним или аналогним приказом мера и одступања, са могућношћу и дијаграмског записа стварног (контролисаног) и идеалног облика (у виду кружног или линијског дијаграма). Савремене машине за контролу облика имају и одговарајуће рачунарске системе за анализу одступања и проналажење мера за отклањање узрока појаве одступања.



Слика 7. Неке од машина за мерење и контролу облика. Светски познати произвођачи ових машина су MAHR-PERTHEN, RANK TAYLOR HOBSON, MITUTOYO и др. [4]

Индиректне методе контроле облика су засноване на примени профил пројекта (Слика 8), када се упоређењем лика контролисаног објекта, пројектованог на екрану, и тачно нацртаног (идеалног) лика, обезбеђује контрола облика.

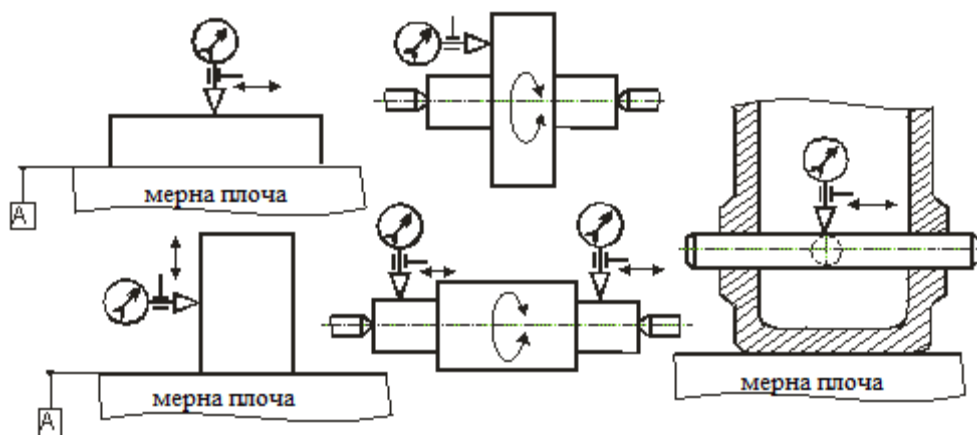


Слика 8. Илустрација директних метода контроле облика [1]

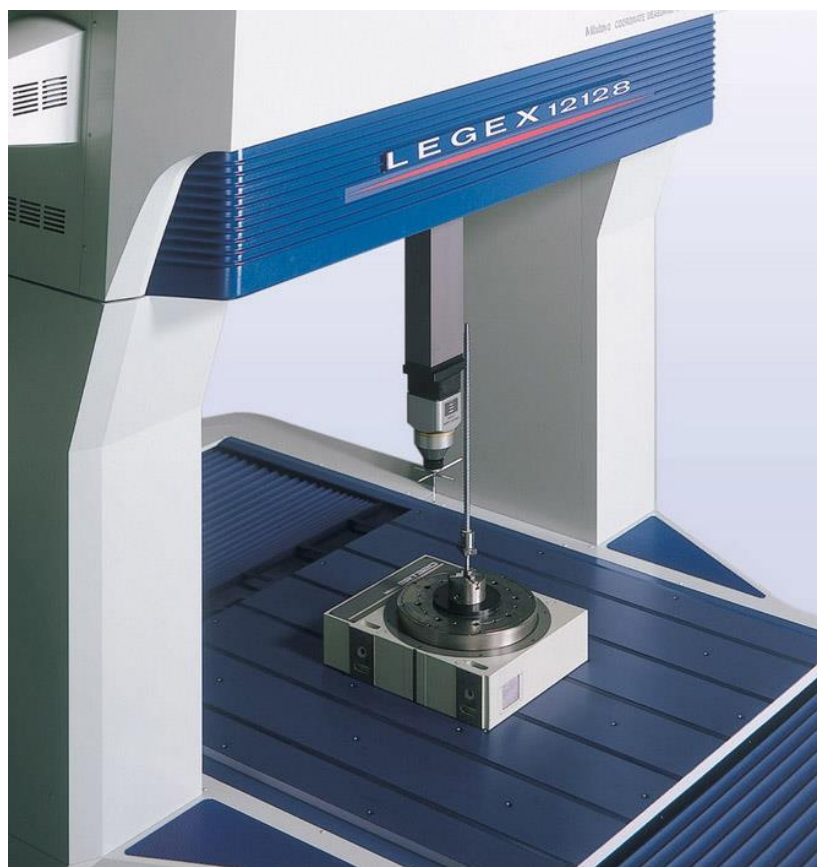
2.4.3 Методе контроле положаја

Остварује се применом универзалних мерних средстава (најчешће компаратера). Компаратер се поставља на специјално конструисан прибор и зависно од одступања које се контролише, аксијално, радијално или вертикално помера. Очитавањем одступања на компаратеру добија се и грешка положаја површина (Слика 9).

Код сложених конфигурација у савременим производним условима, примењују се координатне или специјалне мерне машине (Слика 10), које омогућује дефинисање положаја површина у свим правцима и равнима, зависно од конструкције машине.



Слика 9. Контрола положаја универзалних мерних средстава [1]



Слика 10. Координатне мерне машине за контролу положаја површина [4]

3. Мерење и мерна машина – FORMTESTER MMR4

FORMTESTER MMR4 омогућава да се изврше мерења одступања кружности, правости, цилиндричности, равности, паралелности, угао нагиба и управности у вертикалном и хоризонталном правцу мерног опсега.

Хоризонтална вођица која служи за мерење равности може се повезати са вертикалном вођицом за мерење равности и да за неко задато позиционирање тастера аутоматски заобиђе побудне ивице. Могуће је и аутоматско позиционирање тастера при промени спољашњег мерења према унутрашњем мерењу. Тако да се овим FORMTESTER MMR4 омогућава аутоматски процес мерења.

Уређај за мерење концентричности

Мерење може бити опционо и то са посебним кугличним лежајевима или ваздушним лежајевима. Погон мерног вретена може бити са синхроним мотором или мотор са једносмерном струјом.

Уређај за мерење вертикалне правости

Челични стуб је као мерна вођица подешен паралелно у односу на осу вретена, мерни клизач је повезан са тефлонским клизним лежајем и мерне путање су ограничене подесивим бесконтактним крајњим прекидачима.

Носач мерног тастера

Носач мерног тастера је стабилан и подесив у три правца. Прецизно подешавање се постиже помоћу зупчаника са интегрисаним планетарни преносником.

Мерљиве грешке код обликовања

Концентричност, равно кретање, паралелност, концентричност и коаксијалност, правост, облик цилиндра, нагиб и правоуглост.

3.1 Опис елемената за опслуживање и функционисање

Опис позиција елемената за опслуживање (Слика 11) :

- Позиција 1 - Вертикална јединица
Ливено кућиште са стубом за вођење (п.2), покретна корпа и носач тастера.
- Позиција 2 - Стуб за вођење

Елемент за вођење покретне корпе (п.10) у вертикалном правцу

- Позиција 3 - Вертикални размерник
Очитавање положаја покретне корпе (п.10)
- Позиција 4 - Ограничење вертикалног пута
Подешавање ограничења мерног пута помоћу бесконтактнoг крајњег прекидача.
- Позиција 5 - Завртањ за фино подешавање
За заокретање носача тастера (п.32), веома тешко покретно грубо подешавање а лако покретно фино подешавање. Укупно померање је дозвољено у границама ± 2 .
- Позиција 6 - Обртна ручица
Грубо померање тастера у хоризонталном правцу.
- Позиција 7 - Очитавање ознаке
Служи за вертикални размерник (п.3).
- Позиција 8 - Ручно вертикално померање
Служи за додатно померање обртне ручице у вертикалном правцу за 140 mm.
- Позиција 9 - Ручно хоризонтално померање
Служи за додатно померање обртне ручице у хоризонталном правцу за 270 mm.
- Позиција 10 - Покретна корпа
Покретна корпа клизи по стубу за вођење (п.2) и грубо померање у хоризонталном правцу – обртна ручица (п.6).
- Позиција 11 - Хоризонтална јединица за кретање
За вођење вертикалне јединице (п.1) у хоризонталном правцу за 100 mm.
- Позиција 12 - Командно поље А или Б
Два прекидача за ограничавање хоризонталног кретања (ESL –крајњи прекидач лево и ELS – крајњи прекидач десно), правац и брзина кретања се укључују светлосним тастерима. За мануелно активирање тастера може се употребити ручица за бирање, са којом је могуће континуално подешавање у подручју од (0-15 mm/s). Ручица се може активирати тастером или ($\longleftrightarrow$). Тастер STOP омогућава стопирање било које функције тј ручно активирање се увек завршава притиском на тастер STOP.
- Позиција 13 - Главни прекидач
Мрежни прекидач који се може закључати.
- Позиција 14 - Прикључна плоча
В1 - Прикључак за тастер
12. - Полна утичница за тастера за мерење дужине T5W

B2 - Прикључак за тастер T5W – само у случају када се повезује са FORMMESTROM F5P.

B1 + B2 - Тастер се прикључује на обе утичнице

B3 - Прикључак за тастер (служи за повезивање са F5P или F2A)

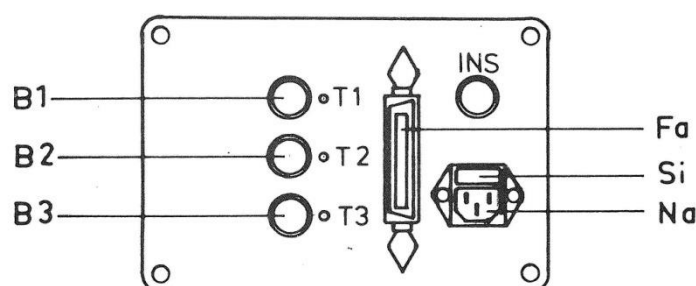
T1. . T3 - Потенциометар за уравнотежавање осетљивости тастера

Fa - Прикључак за FORMMESTAR

Na – Прикључак за мрежу(апарат са прикључком за хлађење са заштитним проводником)

Si - Мрежни осигурач

INS- Прикључак за инструмент за приказивање

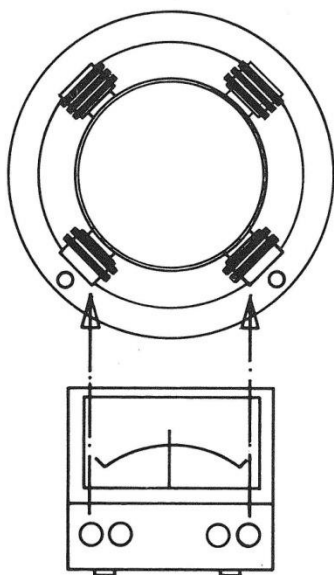


Слика12. Прикључна плоча [5]

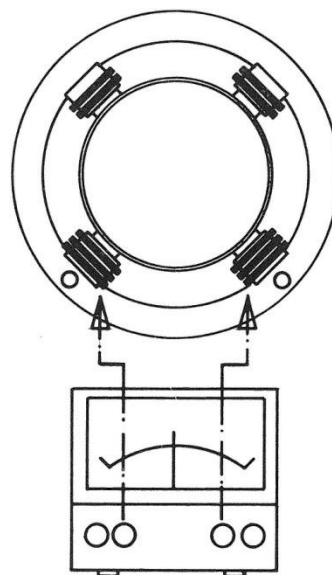
- Позиција 15- Основно тело
Стабилна ливена конструкција са мерним вretenом и погоном.
- Позиција 16- Поклопац
Отвор за машинско управљање (п.17) и филтерску плочу (п.18).
- Позиција 17 - Управљање машином
Електронска јединица за управљање процесом кретања
- Позиција 18- Филтерска плоча
Филтрирање улазног ваздуха који служи за хлађење машинског управљања.
- Позиција 19 - Стопе машине
Оне служе за пригушивање вибрација и за исправљање машине.
- Позиција 20 - Поклопац
Отвор јединице за филтрирање компримованог ваздуха
- Позиција 21 - Јединица за филтрирање компримованог ваздуха
Служи само за машине са ваздушним вretenом,и филтрира улазни

компримовани ваздух

- Позиција 22 - Прикључак за компримовани ваздух
Служи само за машине са ваздушним вретеном, са спојницом брзог дејства за прикључивање машине на мрежу за компримовани ваздух
- Позиција 23 - Завртњи за подешавање
За исправљање хоризонталне јединице
- Позиција 24 – Помоћне лампе за центрирање
Служи да помогне опслуживоцу при полуаутоматском исправљању при центрирању.
- Позиција 25 - Завртњи за центрирање (две осе)
Два обртна дугмета померена за 90° са дуплим нарежканим точкићима за центрирање радног комада са комбинованим грубо-финим подешавањем. За грубо подешавање удаљити мало изнад жељене вредности, а фино подешавање се врши при обртању уназад.
Подручје грубог подешавања : $\pm 2 \text{ mm}$
Подручје финог подешавања : $\pm 0,02 \text{ mm}$
- Позиција 26 - Завртњи за исправљање (две осе)
Два обртна дугмета померена за 90° са троструким нарежканим точкићима за кретање радног комада са комбинованим грубо-финим полирањем. У подручју грубог подешавања удаљити мало изнад жељене вредности , а фино подешавање се врши обртањем уназад.
Тачка окретања лежи 60 mm изнад лајсне од тврдог метала.
Подручје грубог подешавања : $\pm 0,6^\circ$ у две координате
Подручје финог подешавања : $\pm 0,01^\circ$ у две координате
- Позиција 27 – Инструмент за приказивање
А - аналогни приказ за мерне вредности (без слике и само у повезаности са F2A) – Слика 13.
В - приказ за мерне вредности и лампама за центрирање које помажу опслуживоцу – Слика 14.



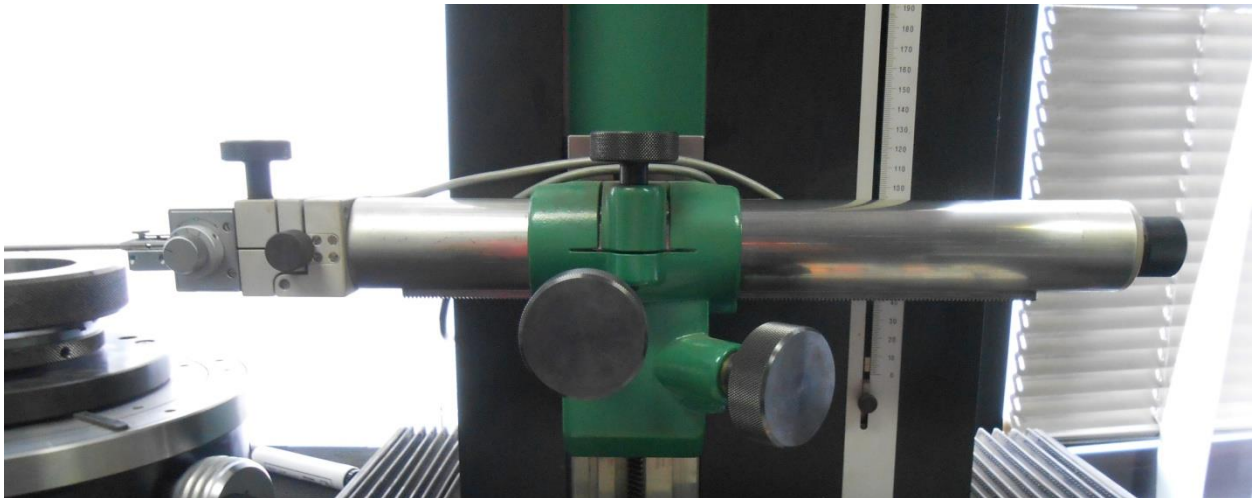
Слика 13.Аналогни приказ за
мерне вредности [5]



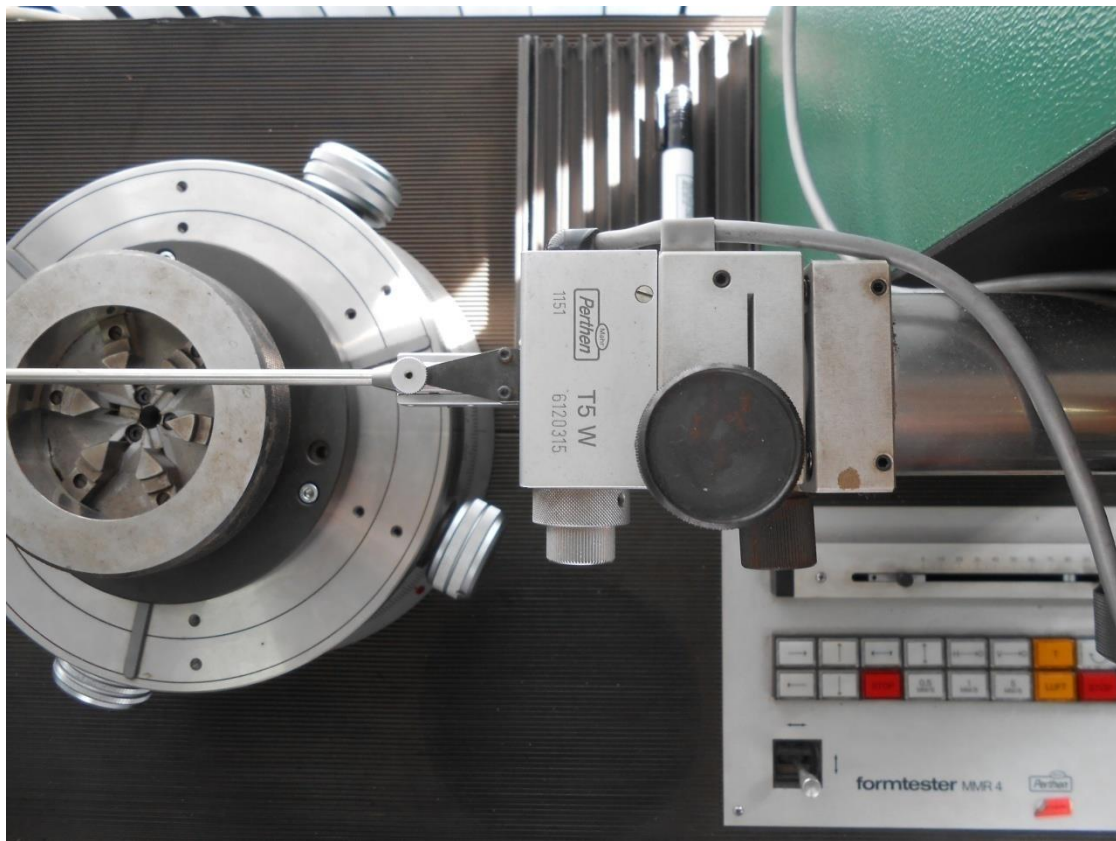
Слика 14. Приказ мерних вредности
и лампицама за центрирање [5]

- Позиција 28 - Сто за центрирање и заокретање
Три лестве од тврдог метала гарантују сигурно ослањање на три тачке. Навојне рупе М5 служе за причвршћивање радних комада и мерног прибора, а црвена тачка на плочи радног стола означавају подручје у ком се мора налазити тежиште ексцентричних радних комада (Слика 18).
- Позиција 29- Угаона скала
Сто за центрирање и преклапање се дели на 360° ради утврђивања положаја радног комада према мерном тестеру и цртању дијаграм.
- Позиција 30 - Нулта ознака
Очитавање угаоног положаја на угаоној скали (п.29)
- Позиција 31 – Зглоб (Слика 15)
Обртна тачка при заокретању носача мерног тестера (п.32) при активирању вијка за фино подешавање (п.5)
Осовина при померању носача мерног тестера (п.32) у попречном правцу помоћу вијка за подешавање (п.33)
- Позиција 32 - Носач мерног тастера (Слика 15, Слика 16)
Стезање мерног тастера са рупом пречника 28 mm.

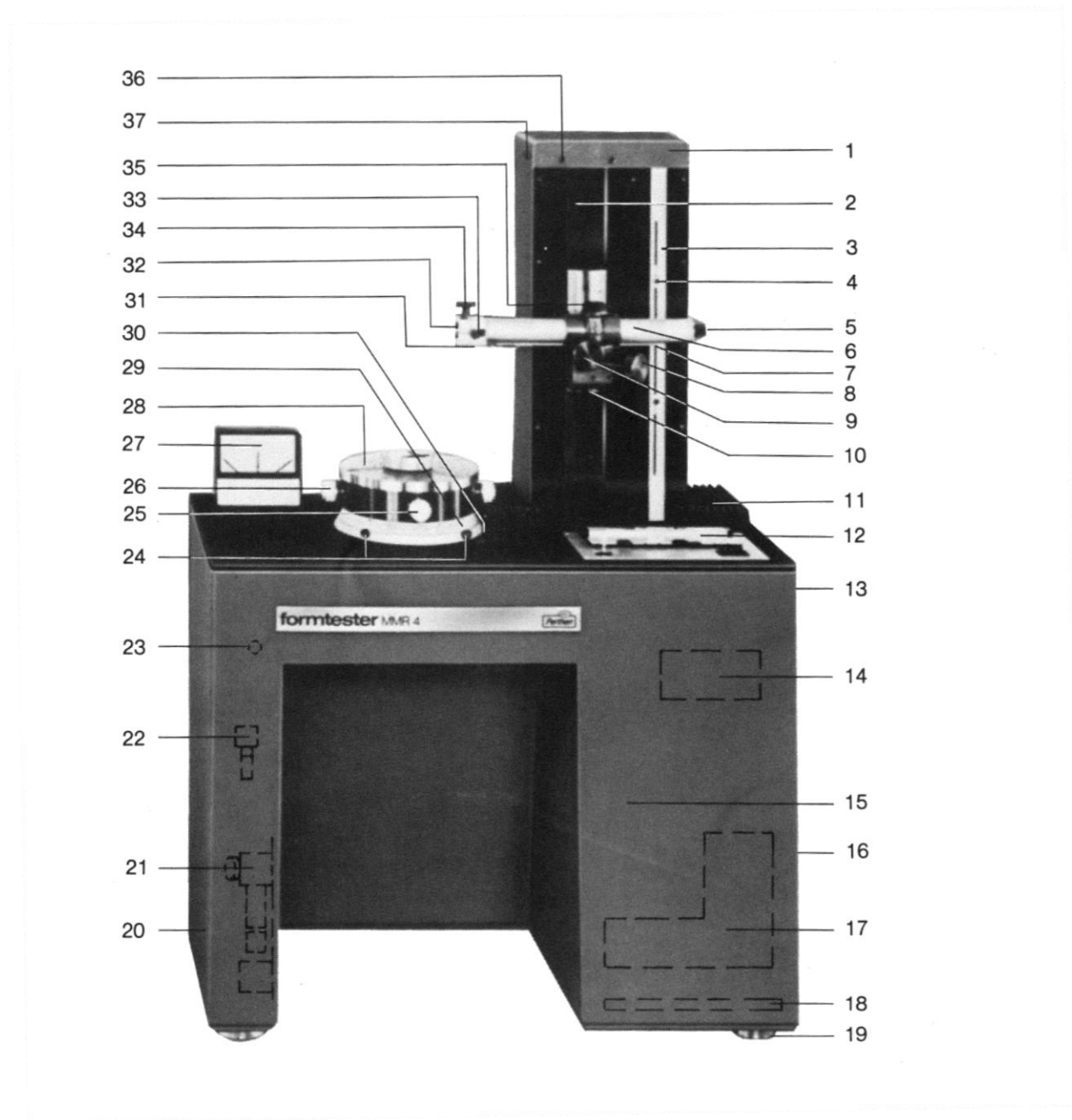
- Позиција 33 - Завртањ за подешавање (Слика 15)
Служе за попречно померање носача мерног тастера
- Позиција 34 - Стезни завртањ (Слика 15, Слика 16)
Служи за причвршћивање мерног тастера.
- Позиција 35 - Стезни завртањ (Слика 15)
Служи за стезање истурене ручице (п.6)
- Позиција 36 - Завртањ за подешавање
Служи за исправљање вертикалног стуба – мерно вретено 90° у правцу опицавања.
- Позиција 37 – Завртањ за подешавање
Служи за исправљање вертикалног стуба – мерно вретено у правцу опицавања



Слика 15. Управљачка јединица



Слика 16. Хоризонтални носач мерне игле

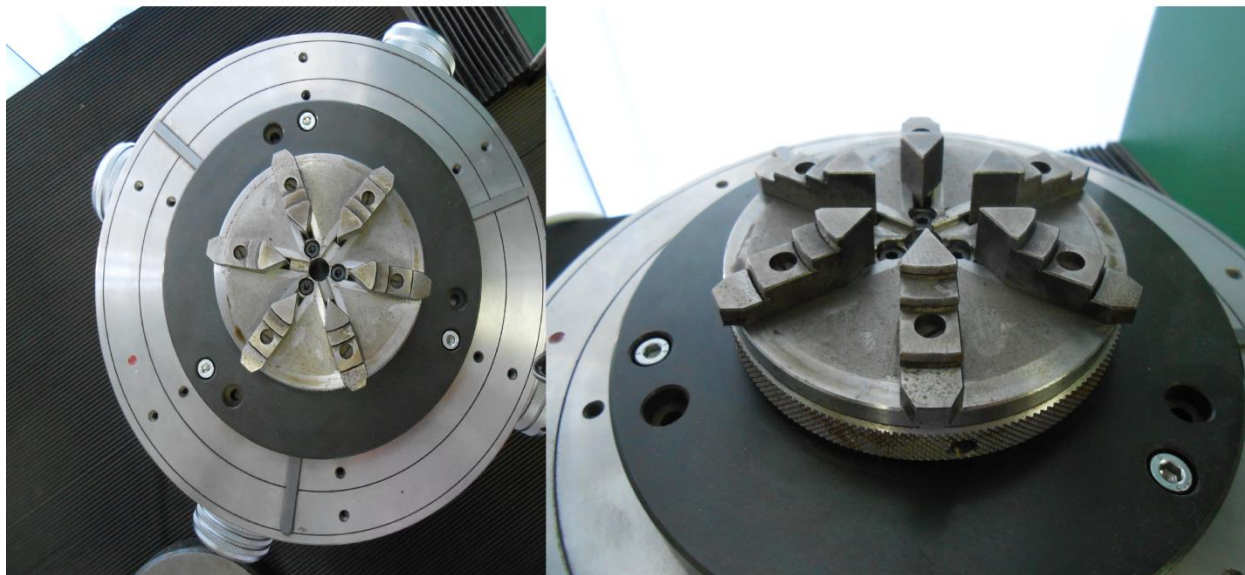


Слика 17. Машина FORMTESTER MMR4 [5]

Сто за центрирање и заокретање

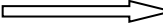
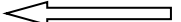
- ✓ Пречник стола – 250mm
- ✓ Носач радног комада – 3 лајсне од тврдог метала, померено за 120°

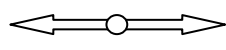
- ✓ Подручје центрирања – Грубо $\pm 2 \text{ mm}$, fino $\pm 0,02 \text{ mm}$ у две координате
- ✓ Подручје заокретања - Грубо $\pm 0,6^\circ$, fino $\pm 0,01^\circ$ у две координате
- ✓ Тачка заокретања и обртања - 60 mm изнад лајсне од тврдог метала



Слика 18. Сто за центрирање и заокретање

3.2 Тастатура за опслуживање на машини

-  - Стартује хоризонтални клизач у мерном правцу са претходно подешеном брзином „L“
-  - Стартује хоризонтални клизач са претходно подешеном брзином „L“
-  - Стартује вертикални клизач у мерном правцу са претходно подешеном брзином „L“
-  - Стартује вертикални клизач са претходно подешеном брзином „L“

 - Укључује брзи ход са бестепенастим управљањем у повезаности са управљачком полугом „St“

$H \Rightarrow 0$ - Тастер се креће хоризонтално на нули. Хоризонтални погон се креће у преднапонском правцу тастера T1.

$V \Rightarrow 0$ - Тастер се креће вертикално на нули. Вертикални напон се креће у преднапонском правцу тастера.

STOP - Зауставља сва линеарна кретања улево.

$0.5 \frac{\text{mm}}{\text{sec}}$
 $\frac{1 \text{mm}}{\text{sec}}$
L - Линеарне брзине „L“ које се могу одобрити, Осветљена брзина делује на
 $5 \frac{\text{mm}}{\text{sec}}$
активирани тастер за стартовање/хоризонтално/вертикално.

T - При преоптерећеном тастеру блокирају се погони и у том тренутку тастер почиње да светли. А ктивирањем овог тастера ослобађају се погонски мотори у трајању притиска на тастер. Истовременим притиском на тастере T са тастерима  или  или  или  или  или  може се тастер удаљити од радног комада при опиправању у повезаности са полугом „St“.

Након прописаног укључивања заштитног контакта тастера, на тастеру се гаси сијалица и треба обратити пажњу на тачно налагање стезне чауре тастера.

LUFT - Светли само онда када радни притисак опадне испод (3,7 bar-a)

P - Стартује вретено са претходно подешеном брзином (1,6; 5; или 10 o/min)



- Стартује вретено са 5 o/min



- Стартује вретено у супротном смеру

STOP - Зауставља обртно кретање вретена удесно.

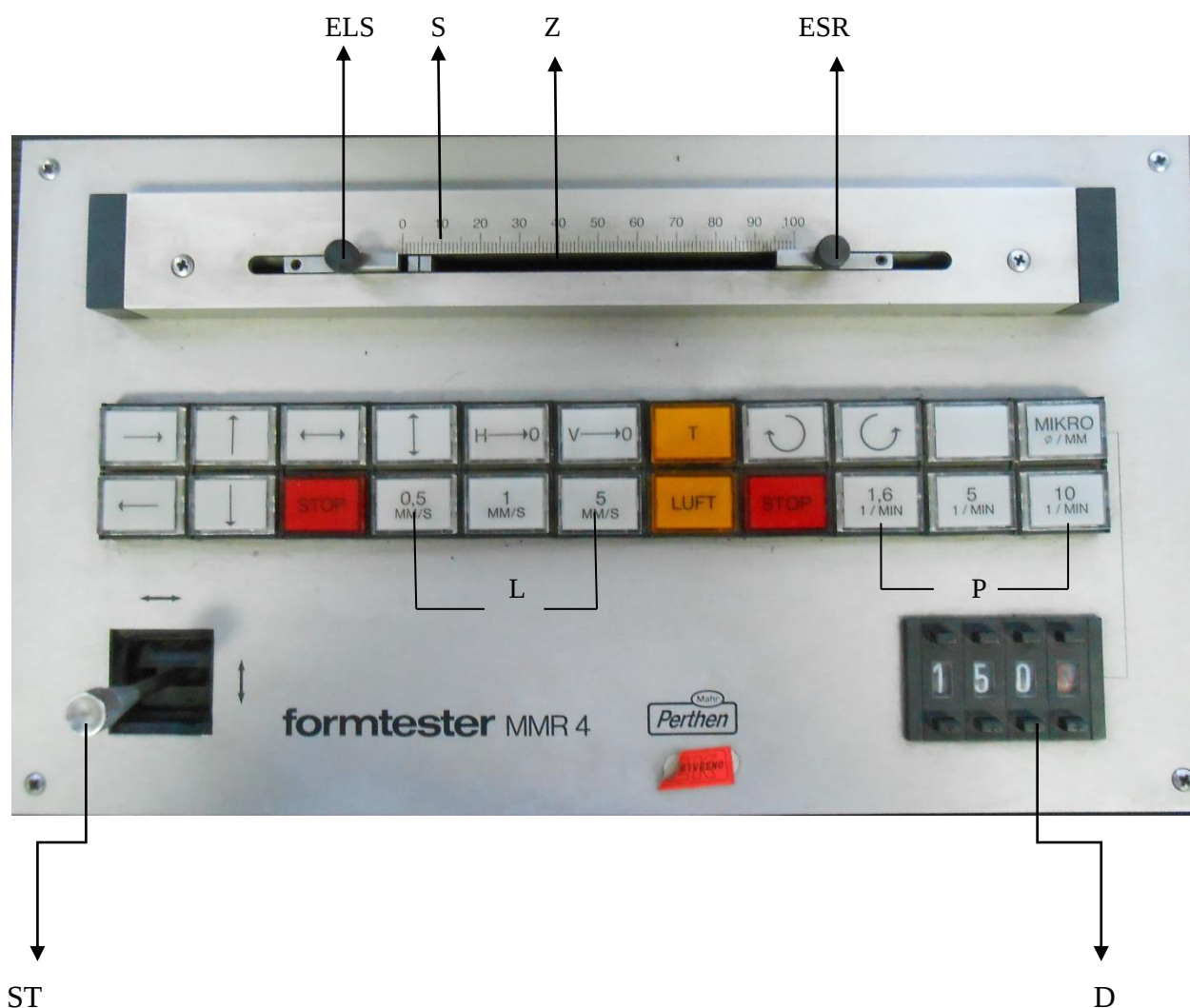
„St“ - Заокретање полуге за управљање проузрокује кретање хоризонталног или вертикалног клизача у супротном правцу. Правац кретања се показује помоћу тастера за START, који су укључени и онда када су погони заустављени.

„S“ - Скала на којој се могу прочитати вертикалне јединице у хоризонталном правцу

„ESL“ - Крајњи прекидач лево - ограничава мерни пут помоћу безконтактнoг крајњег прекидача.

„ESR“ - Крајњи прекидач десно - ограничава мерни пут помоћу безконтактнoг крајњег прекидача.

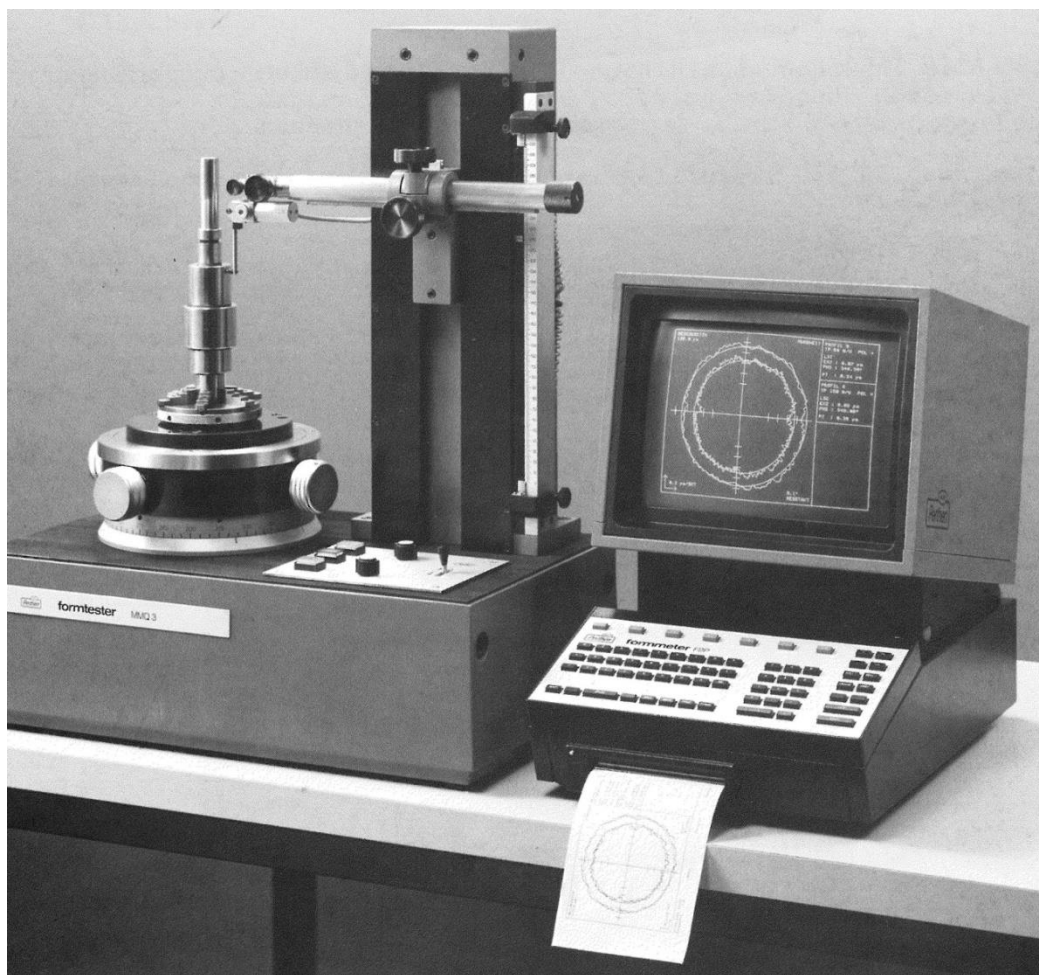
„Z“ - Казалка која показује положај вертикалне јединице у хоризонталном правцу



Слика 19. Тастатура за опслуживање на машини FORMTESTER MMR4

3.3 FORMMETER F2P

Мерач облика и положаја F2P је апарат за обраду података за облик и положај. Служи за обраду и приказивање података који се добијају при мерењу профила радног комада. На мерач облика и положаја могу се прикључити апарати за испитивање као што су: MMC2, MMQ2, MMQ3, MMR4, MFU7 и сл. (Слика 20.)



Слика 20. FORMMETER F2P [5]

Редослед мерења код неких испитивача креће од мерења облика и положаја. Руковање прикљученом направом за мерење облика, као и руковање прибором потребним за мерење описано је у следећем тексту који следи.

3.3.1 Елементи и компоненте ослуживања

- 1) Екран за приказивање измерених профила, мерних резултата, менија функције и обележавање функција тастера тастатуре.
- 2) Тастатура за уношење података, подешавање мерних параметара и позивање функције мерача облика и положаја.
- 3) Тастер за полазак папира за термо-штампање.
- 4) Термо-штампач за директно исписивање мерног протокола на формату DIN-A5 који се може директно откинути након извршеног процеса.
- 5) Прекидач електричне струје
- 6) Преклопна полука за подешавање угла нагиба. Обе ручице се повуку уназад и екран се поставља у жељену позицију тако да има фиксни положај.

- 7) Завртањ са назубљеном главом за подешавање индикације на екрану светло/тамно.
- 8) Задња страна апарата која је прикључена на електричној мрежи, испитивач облика, спољни штампач.
- 9) Програмски модул који се може заменити са погонским сиситемом и програмима примене

ПАЖЊА: Без програмског модула мерач облика и положаја није спреман за рад.

3.3.2 Безбедност

- Пре отварања апарат потребно је извући утикач из струје.
- Ако случајно притиснете тастер START могло би се десити да на повезаној направи за мерење облика дође до нежељеног кретања при чему би дошло до судара мерног тастера са радним комадом. Тако да пре него што притиснете тастер START треба пазити на то да ли је искључена свака могућност да дође до оштећења радног комада или мерне направе. Уколико дође до непожељних кретања можете их прекинути тастером STOP.

3.3.3 Повезивање монитора на мерач облика и положаја F2P

- Монитор треба прикључити на утичнице (6) и (9) као што је и приказано на Слици .
- Уређај за мерење облика
Уређај за мерење облика треба прикључити помоћу 50-полног утикача на прикључну утичницу (3) са ознаком FORMTESTER. Ако се на главном утикачу са 50 полова налази и помоћни утикач са 12 полова за модификовани сигнал мерног тастера, тај помоћни утикач треба прикључити на утичницу (2) са ознаком FORMTESTER.
- Мерење на Formmeter F2P
Ако прикључна утичница (2) није заузета, кабл мерног тестера треба прикључити директно на утичницу (1) са ознаком ТАСТЕР/ПРОБА и потребно је извршити калибрацију мерног тастера.

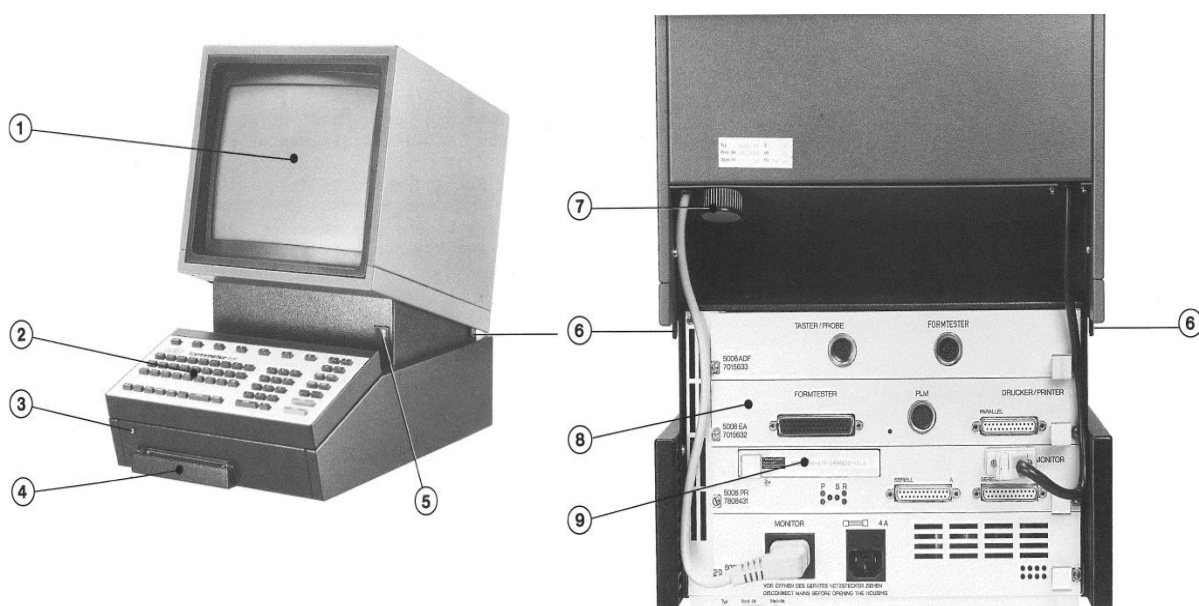
ПАЖЊА: Прикључци (1) и (2) не смеју бити заузета у исто време.

- Formmeter F2P на мрежи
Електрични кабл прикључити на утичницу (10)

ПАЖЊА: Пре укључивања апарата потребно је погледати на плочицу (11) и (12) :

Ако подаци напона и фреквенције не одговарају електричном прикључку треба употребити прикладан улазни трансформатор.

- Остали прикључци:
 - (4) – Аналогни излаз
 - (5) – Centronics – компатибилан интерфејс штампача
 - (7) – Серијски унос података и излазни интерфејс
 - (8) – Серијски унос података и излазни интерфејс



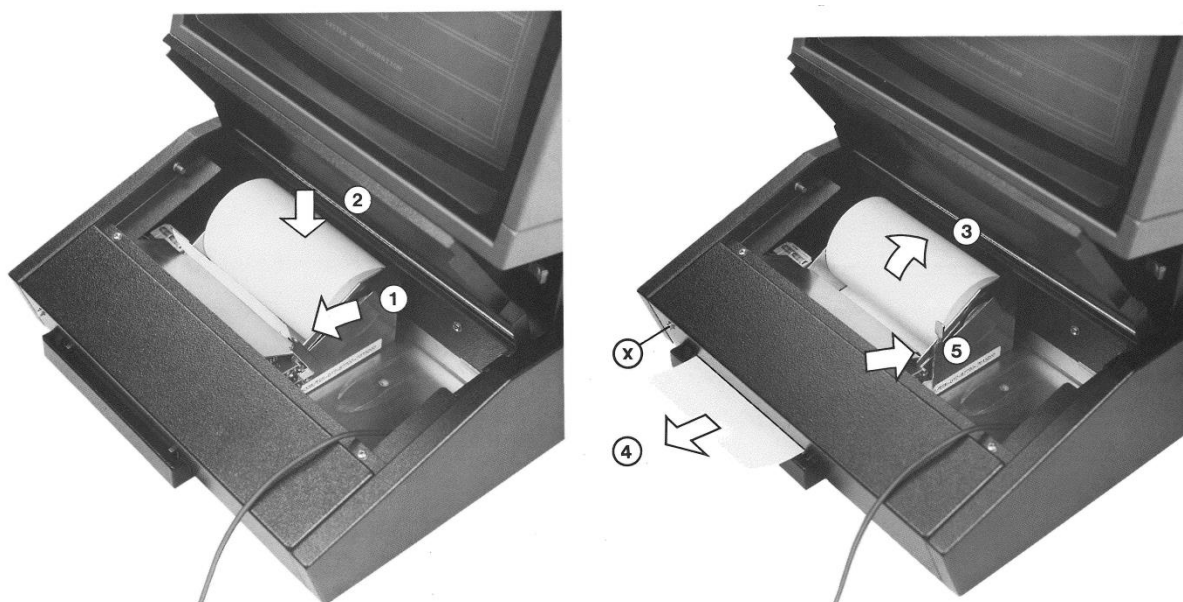
Слика 21. Повезивање монитора [5]

3.3.4 Улагање папира

- Нагните екран помоћу полуге уназад колико год да је то могуће
- Уклонити тастатуру из уређаја
- Отворите поклопац испод тастатуре
- Полука за ослобађање папира која се налази десно на штампачу, померити напред до граничника (1).
- Извадити празан ваљак
- Убацити нову ролну папира, и ослободити почетак папира и убацити га у одређени део па потом закосити руб.

- Убацити ролну, тако да ваљак лежи на носачу, тако да папир буде испод ролне у смеру према напред (2)
- Ролну (3) окренути тако да почетак папира излази напред из штампача (4). И уколико дође до заглављивања папира, потребно је окренути ролну у другом смеру.
- Полуга која се налази десно на штампачу и која служи да се откочи папир треба да се окрене ка граничнику.
- Провера транспорта папира помоћу тастера (x);
- Заменили тастатуру
- Увуците кабл тастатуре
- Екран довести у радну позицију

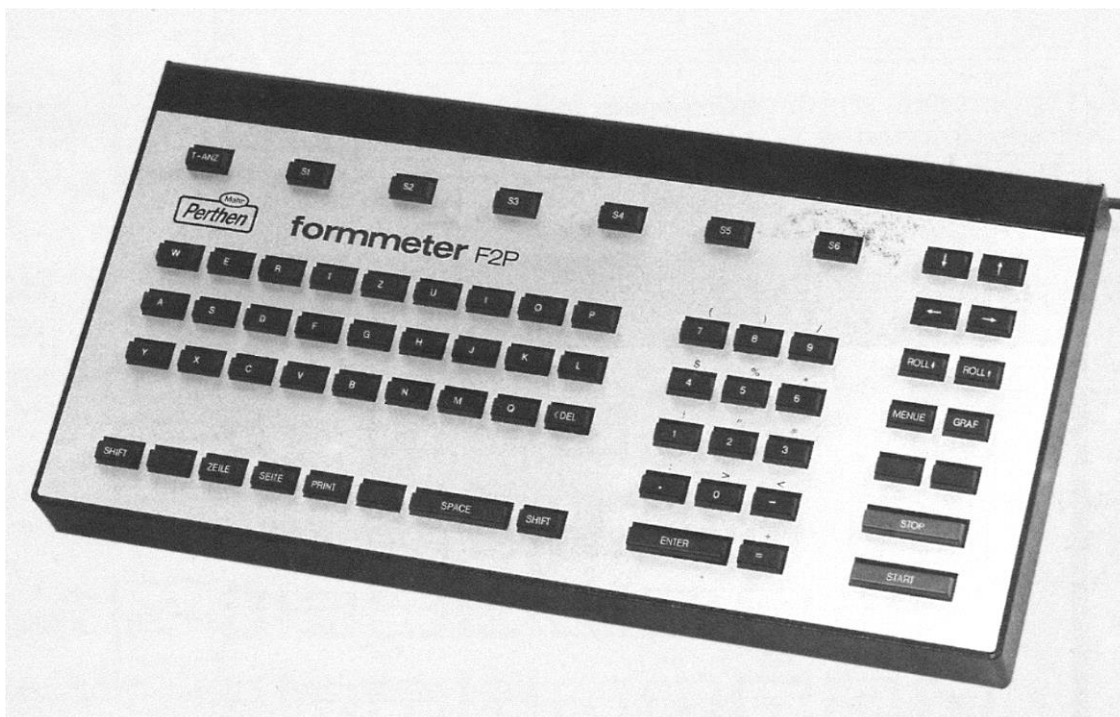
Рад штампача се може проверити притиском на тастер PRINT. А рад штампача савршено функционише ако се на екран појави одговарајућа слика (Слика 22)



Слика 22. Улагање папира [5]

3.3.5 Тастатура

Помоћу тастатуре врши се унос података, подешавање мерних података и позивање функција. Коришћење тастатуре F2P су веома специфични зато ће се мало више пажње посветити овом делу. Тастатура има флексибилан кабл и како би се са њом лакше руковало може се скинути са апарата. Осим тога како се користи тастатура описано је и подешавање систематских параметара који су потребни за даљи рад (Слика 23).



Слика 23. Тастатура FORMMETER F2P [5]

3.3.5.1 Тастери

Тастери функција у овом одељку (T-ANZ), (ZEILE), (SEITE), (PRINT) су тастери који се могу користити све време док је F2P у погону (Слика 24, Слика 25)

1.) Тастер (T-ANZ) - (приказ контакта између радног комада и мерне игле)

Након што притиснете тастер (T-ANZ) у десном делу се појави индикација чија су значења следећа:

- a. Мерно подручје
- b. Мерни сигнал који даје знак за тастање, аналогно се на екрану појави као светлећи стуб.
- c. Мерни сигнал тастера као бројчана вредност

2.) Тастер (ZEILE) - ред

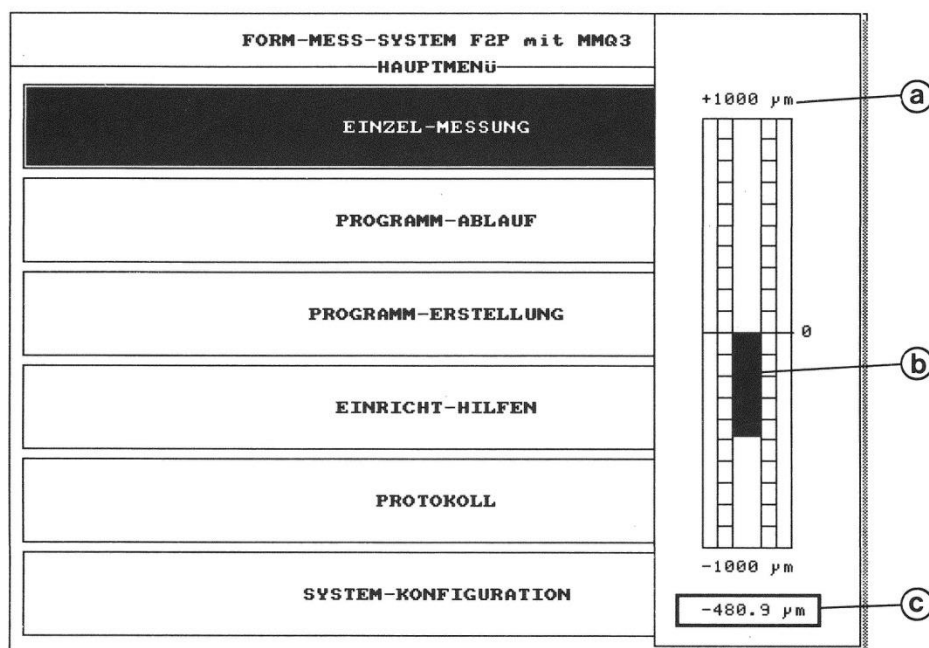
Тастер (ZEILE) је тренутно без функције.

3.) Тастер (SEITE) - страна

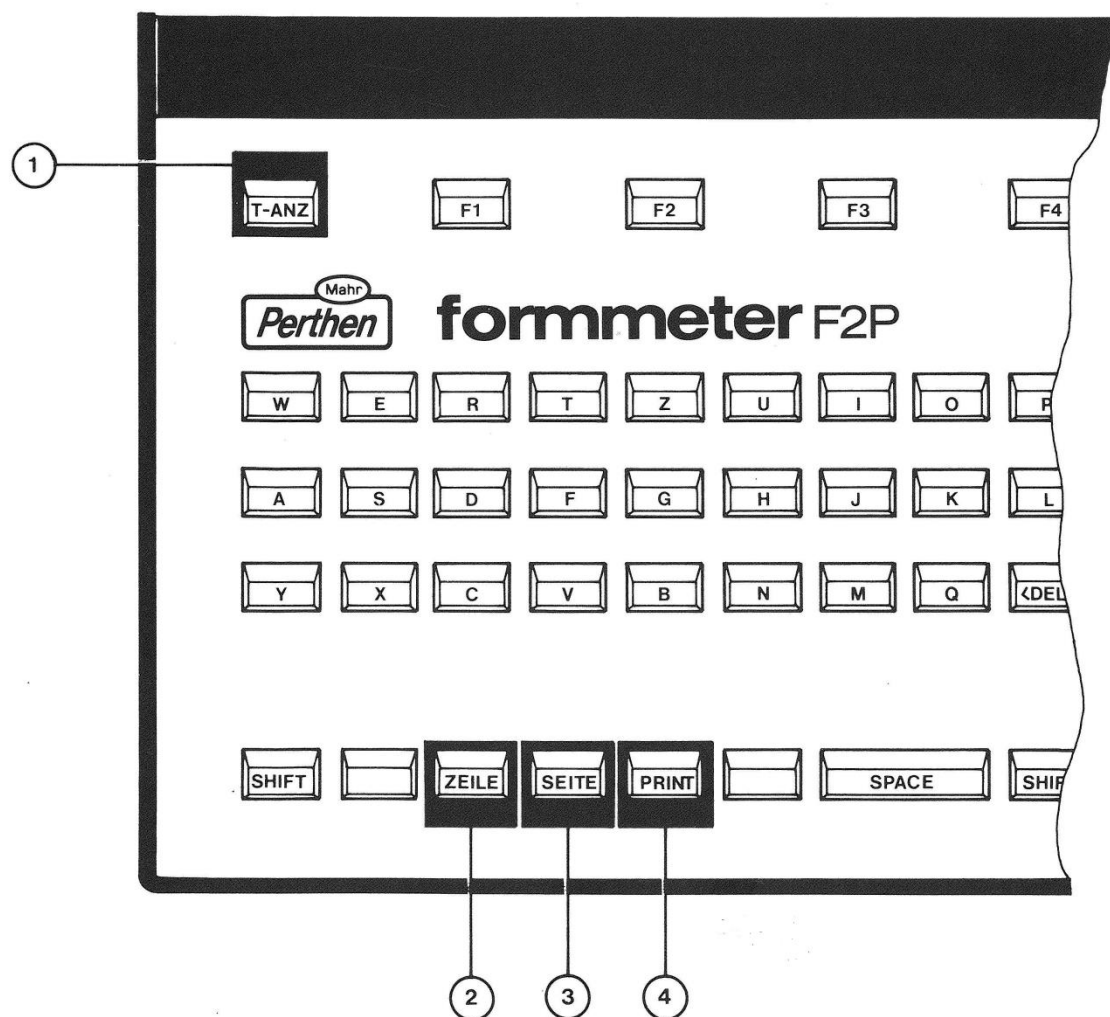
Тастер (SEITE) је тренутно без функције.

4.) Тастер (PRINT)

Притиском на тастер (PRINT), термо – штампач ће вам дати копију садржаја која се налази на екрану у формату DIN-A5.



Слика 24. Тастер (T-ANZ) [5]



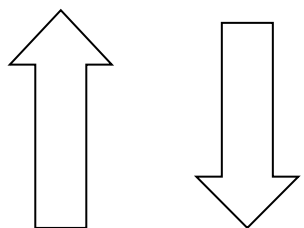
Слика 25. Тастери (ZEILE), (SEITE) и (PRINT) [5]

3.3.5.2 Остали тастери

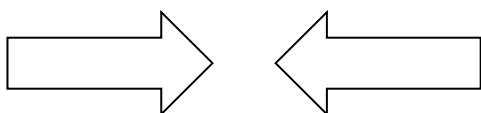
- 1) Мени који тренутно важи ACHSBERECHNUNG
- 2) Подмени „Параметар сет 1“
- 3) Изабрати параметар „мерни такт“ , чија се вредност може променити помоћу тастера (ROLL), (ROLL) или (ENTER).
- 4) Задатак функција тастера тастатуре од (F1) до (F6) (Слика 23).

НАПОМЕНА: Тастери за које нема индикација оне немају ни функцију.

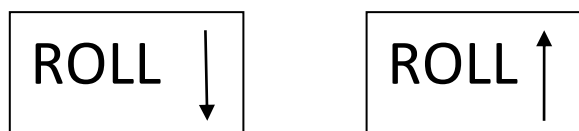
Помоћу тастера са стрелицама се из менија приказаном на екрану бирају поједине функције или параметри.



- Одабир функција у оквиру једне колоне у приказаном менију.



- Изаберите колону (лево, десно) у приказаном менију



- Избор стандардних вредности за изабране параметре.
- Пребацивање приказа на екрану између менија и стандардног мерног протокола. (У више наврата притиском на тастер MENUЕ) такође доводи назад до главног менија.



4. Рад машине – примери

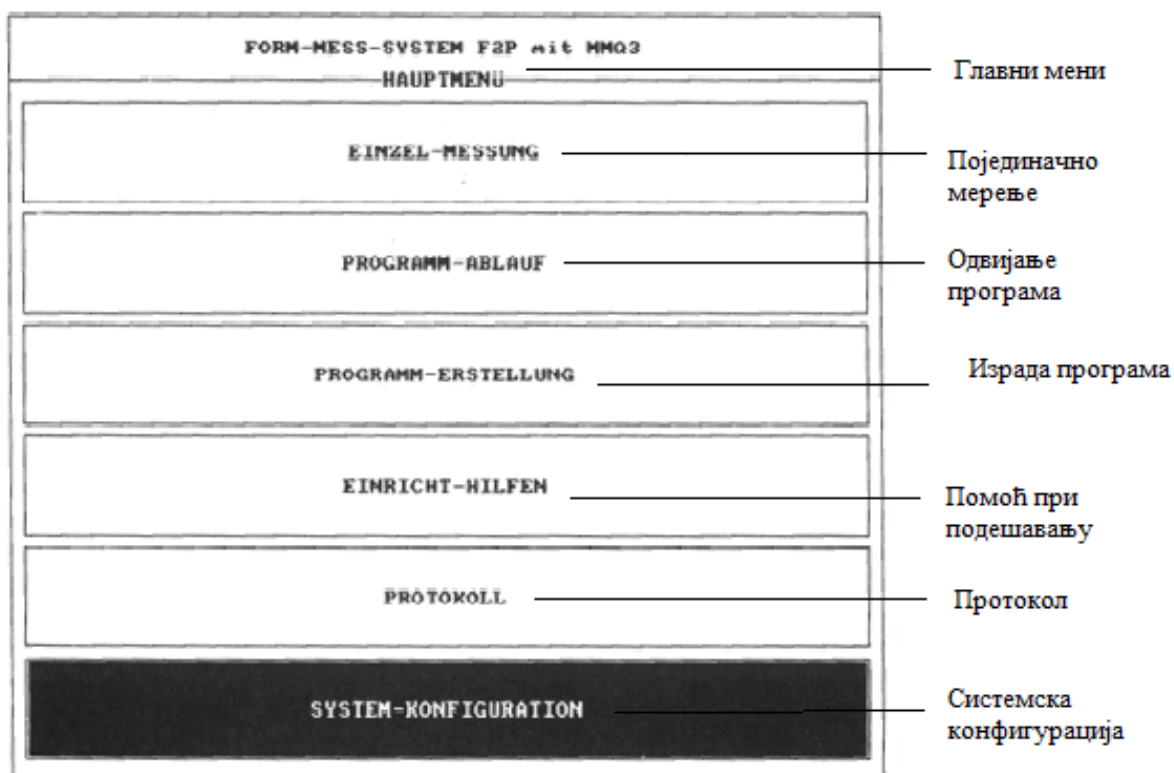
Након укључивања машине на екрану машине FORMMETER F2P се појављује мени (Слика 26). При сваком паљењу машине ова подешавања се увек подешавају прво, па се након тога наставља са радом. Из менија се одабира SYSTEMKONFIGURATION (системска конфигурација) притиском на тастер START, при чему се отвара прозор у ком се мењају следећа поља (Слика 27) :

Помоћу тастера $\downarrow \uparrow$, $\rightarrow \leftarrow$, (ROLL $\downarrow$) (ROLL $\uparrow$) који се налазе на тастатури (Слика 23) врши се одабир који параметар ће бити промењен. Обележено FORMTESTER значи да у том пољу помоћу тастера (ROLL) треба пронаћи одговарајућу ознаку машине која је у овом случају MMR4, након тога са тастерима ($\downarrow \uparrow$) и ($\rightarrow \leftarrow$) долази се до поља

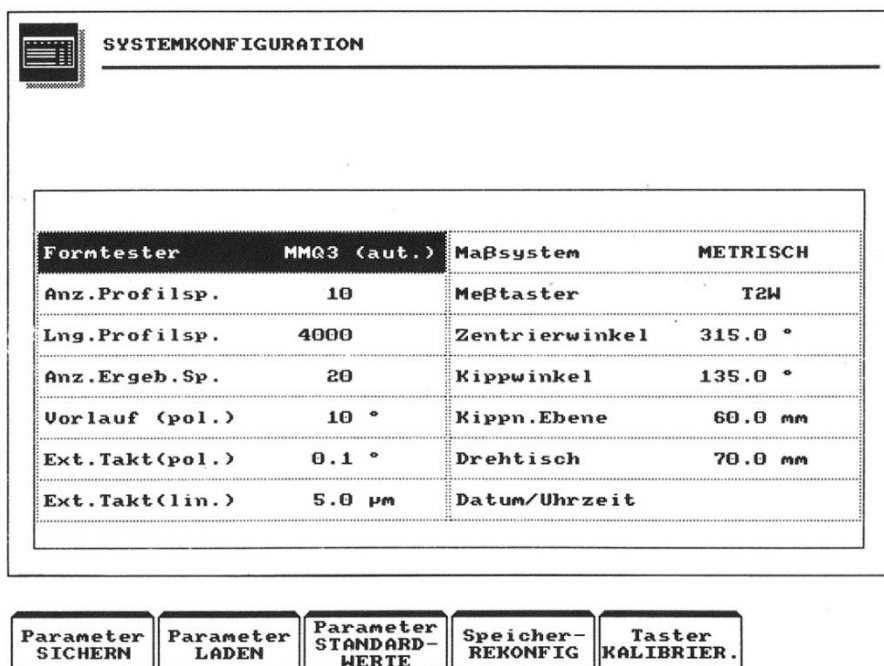
MEßTASTER, где се опет помоћу тастера (ROLL) проналази одговарајућа ознака која је у овом случају T5W (Слика 27). Пошто је све подешено у SYSTEMKONFIGURATION, притиском на тастер MENUE излази се из подмениа и враћа се у главни мени (Слика 26).

Притиском на тастер $\downarrow \uparrow$ бира се из главног менија EINZELMESSUNG (Слика 28) и притиском на тастер START отвара се нови прозор (Слика 29) преко којих се могу извршити следећа мерења :

- Кружност
- Правост
- Толеранција тачности обртања
- Толеранција тачности за равност
- Цилиндричност
- Концентричност/коаксијалност
- Паралелност
- Угао нагиба
- Управност



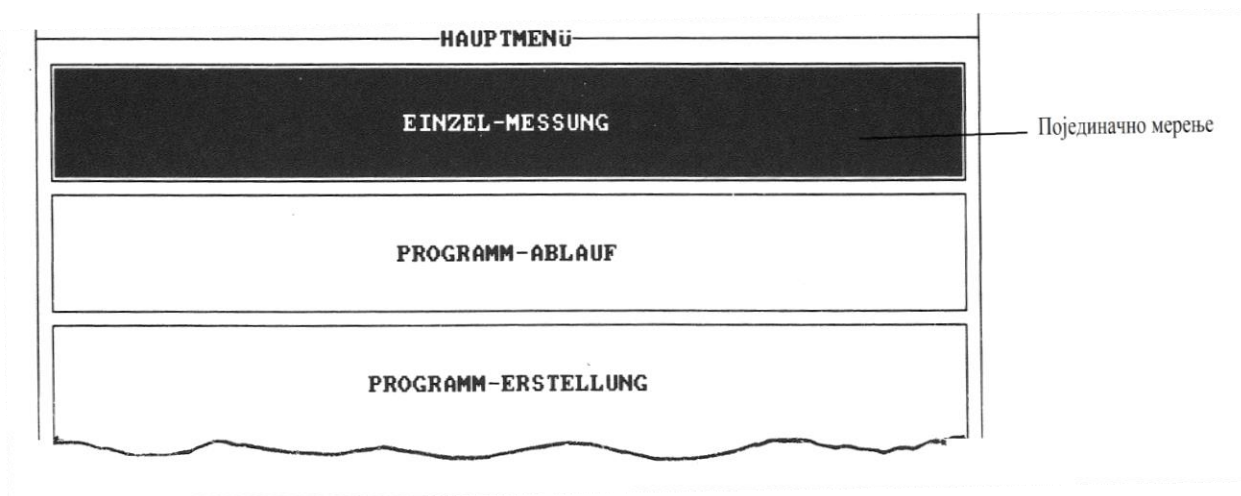
Слика 26. Системско подешавање [5]



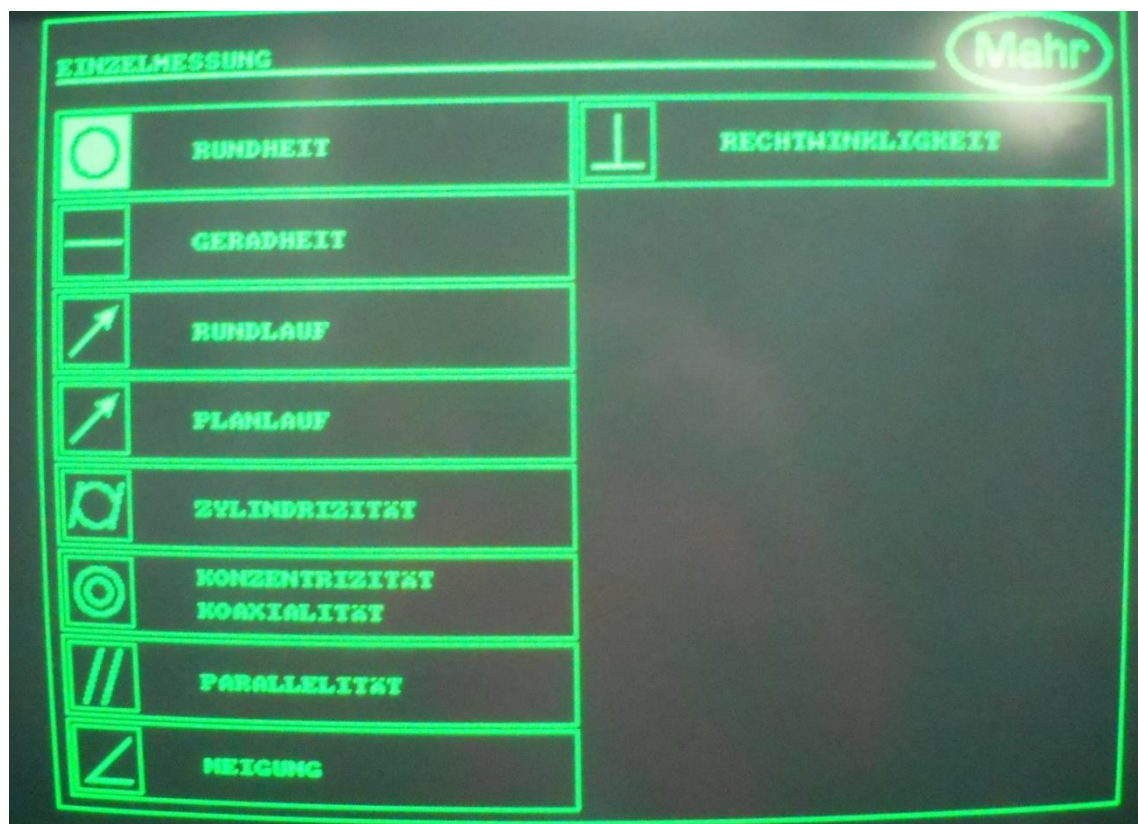
Слика 27. Подешавање параметара (SYSTEMKONFIGURATION) [5]

Подешавање параметара SYSTEMKONFIGURATION – појмови (Слика 27) :

- FORMTESTER - Назив машине и модел
- Anz. Profils. - Број меморија профила
- Lng. Profils. - Дужина профила
- Anz. Ergeb. Sp - Број меморија резултата
- Vorlauf (pol.) - Радни ход
- Ext. Takt (pol.) - Екстерни такт
- Ext. Takt (lin.) - Екстерни такт
- Maßsystem METRISCH - Метрички мерни систем
- Meßtaster T2W - Мерни тастер (Слика 28)
- Zentrierwinkel - Заокретни угао
- Kippn. Ebene - Раван заокретања
- Drehtisch - Обртни сто
- Datum/Uhrzeit - датум/време
- Parameter SICHERN – Чување параметара
- Parameter LADEN - параметар за оптерећење
- Parameter STADARD WERTE – параметри стандардне вредности
- Speicher REKONFIG – реконфигурација меморије
- Taster KALIBRIER - Тастер калибрање



Слика 28. Појединачно мерење [5]



Слика 29. Мерна одступања

Мерна одступања које машина може да одради (Слика 29) :

- 1) RUNDHEIT - кружност
- 2) GERADHEIT - правост
- 3) RUNDLAUF - Толеранција тачности обртања
- 4) PLANLAUF - Толеранција тачности за равност
- 5) ZYLINDRIZITÄT - цилиндричност
- 6) KONZENTRIZITÄT / KOAXIALITÄT – концентричност / коаксијалност
- 7) PARALLRITÄT - паралелност
- 8) NEIGUNG - Угао нагиба
- 9) RECHTWINKLIGKEIT – Управност

1.) Кружност

Притиском на тастер START отвара се подмени (Слика 30). Помоћу тастера $\downarrow\uparrow$ долази се до ставке MEßBERICH (мерни опсег), након тога се помоћу тастера ENTER уноси вредност (број) у овом случају 250 μm , следећа ставка је MEßWEG (мерни пут) која је у овом случају да се измери пун круг тј 360° , након тога MEßTAKT (мерни такт) који је у овом случају 0.1⁰, следећа ставка је MEßGESCHW (брзина мерења) која је у овом случају постављена на 5.00 1/mm. Помоћу тастера $\rightarrow\leftarrow$ можете се кретати лево-десно, и тако се стиже до следећег поља FILTER (који омогућавају да се из грешке равности избаце сви резултати који су везани за храпавост) која се мења притиском на тастер (ROLL) и тако се одабира жељена вредност. У даљем подешавању се опет помоћу тастера $\downarrow\uparrow$ долази до поља GRAFIKANT (врста графика) и помоћу тастера (ROLL) се изабере жељени график који је у овом случају (POLAR/ZENTRIK).

Након што је извршено подешавање вредности, изабрати тастер T- ANZ који се налази на тастатури FORMMETER F2P, и након притиска на тај тастер у десном делу екрана ће се отворити нови прозор (Слика 31) који показује контакт радног комада (Слика 32) и мерне игле (Слика 33), тај контакт (Слика 34) се остварује помоћу тастатуре и тастера који се налазе на машини FORMTESTER MMR4 или ручно помоћу вођица (Слика 35), тај контакт мора бити приближан нули или у најбољем случају да буде нула и то се све може видети на екрану у току подешавања. Након што је извршено ово подешавање из овог програма се излази притиском на тастер T-ANZ. Пошто су сва подешавања намештена врши се обрада тако што се на тастатури од машине FORMTESTER MMR4 држи тастер T и одмах након тога се на тастатури FORMMETER F2P притисне тастер START, где је након тога тастер T и даље притиснут све док обрада траје, а тастер START се пушта . Пошто је обрада извршена на екрану је приказан резултат мерења и притиском на тастер PRINT (штампање) који се налази на тастатури FORMMETER F2P може се извршити штампање и процес је извршен.

RUNDHEIT

Parameter-Satz I		Profil 3	
Meßbereich	50 µm	Filter	II (50 W/U)
Meßweg	360.0 °	Polarität	+
Meßtakt	0.1 °	Referenz	LSC
Meßgeschw.	5.00 1/min	Toleranz	KEINE
Meßort		Grafikart	POLAR/ZENTR.
Meßeбene	0.0 mm	Skaleneinheit	AUTOMATISCH
		Profilversatz	NEIN

Kombigraf
EIN

Taster
nullen
EIN

Werkstück
NEU

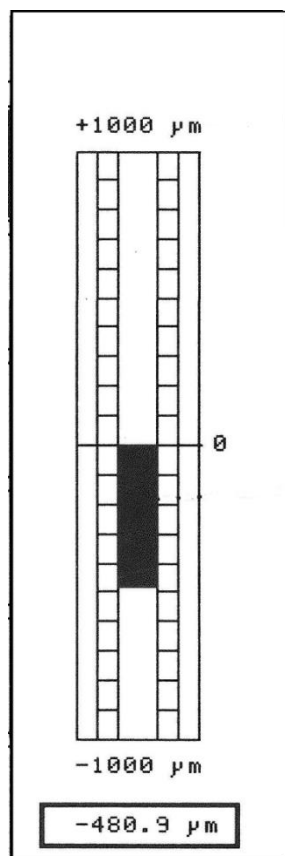
Parameter
SATZ II

Lupe

Слика 30. Подешавање параметара за кружност [5]

Појмови (Слика 30) :

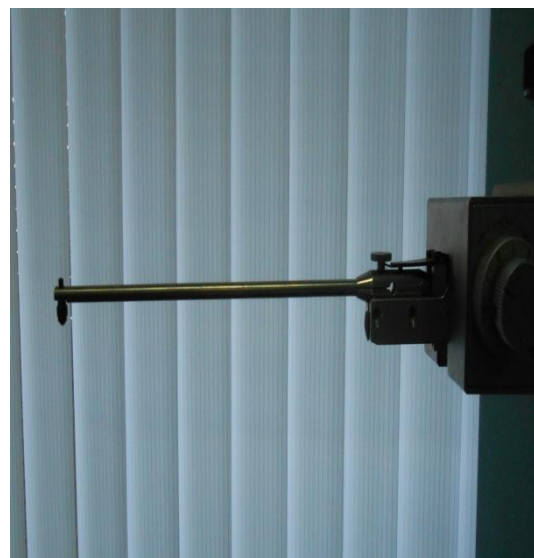
- Meßbereich мерно подручје
- Meßweg мерни пут
- Meßtakt мерни такт
- Meßgeschw брзина мерења
- Meßort место мерења
- Meßeбene мерна раван
- Filter филтер (подешава се због храпавости)
- Polaritt поларитет
- Referenz референца
- Toleranz толеранција
- Grafikant врста графика
- Skaleneinheit јединица скале
- Profilversatz полирање профила



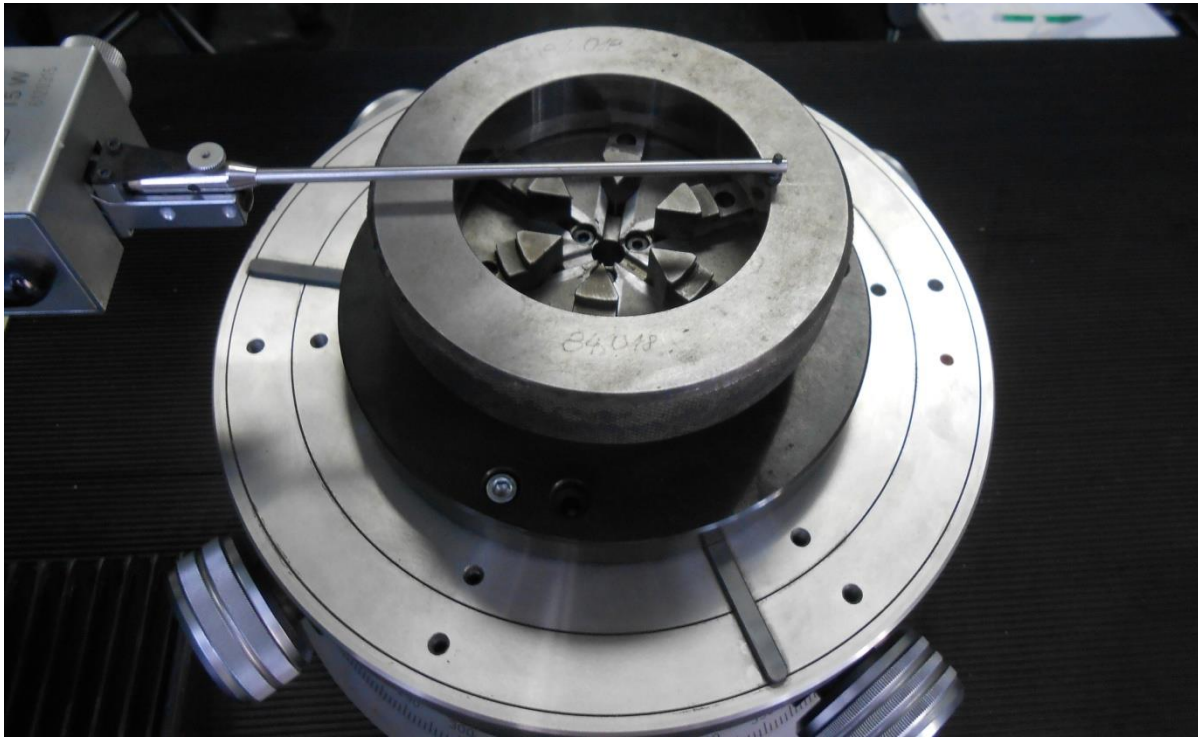
Слика 31. Прозор након притиска на тастер Т – ANZ [5]



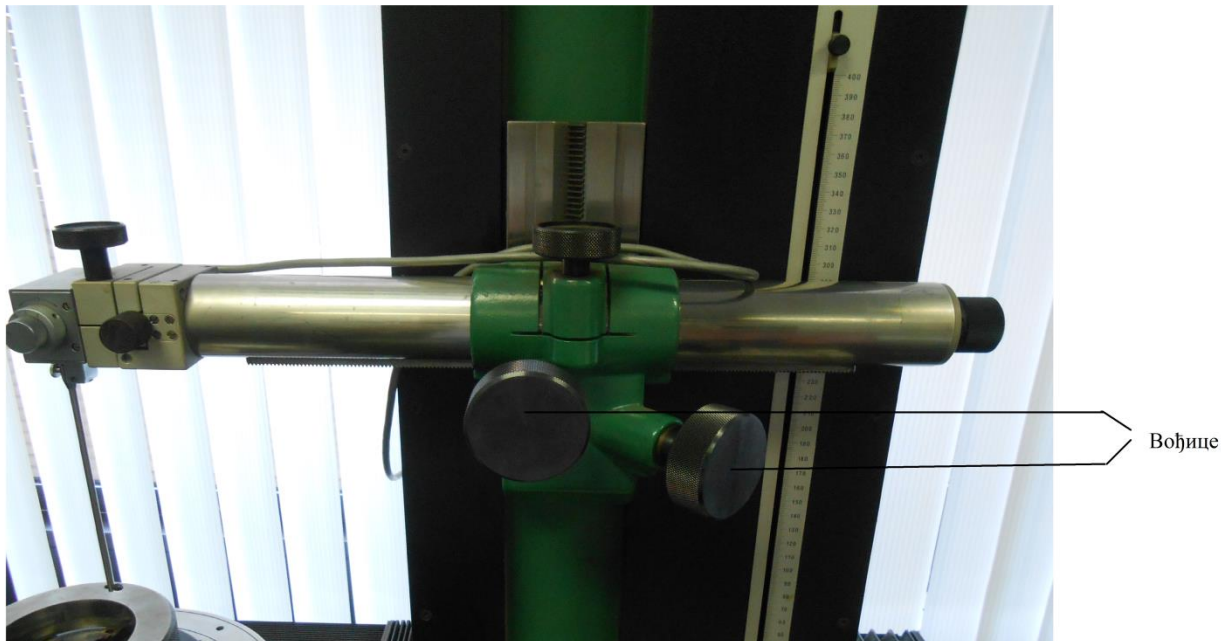
Слика 32. Радни комад (еталон)



Слика 33. Мерна игла



Слика 34. Контакт радног комада и мерне игле



Слика 35. Вођице

2.) Правост

Притиском на тастер START отвара се подмени (Слика 36). Помоћу тастера $\downarrow\uparrow$ се обележава поље MEßBEREICH (Мерни опсег) који је у овом случају постављен да буде 250 μm , следеће поље MEßTAKT (ширина, референтна дужина) постављена на 15 μm , у даљем подешавању је резолуција која је постављена на 5 μm и MEßGESCHW (брзина мерења) је постављена на 5 mm/s. Следеће подешавање служи какво ће мерење бити извршено, вертикално или хоризонтално. То је извршено помоћу ставке MEßRICHTUNG и помоћу тастера (ROLL) преко ког се врши одабир, у овом случају је то VERTICAL.

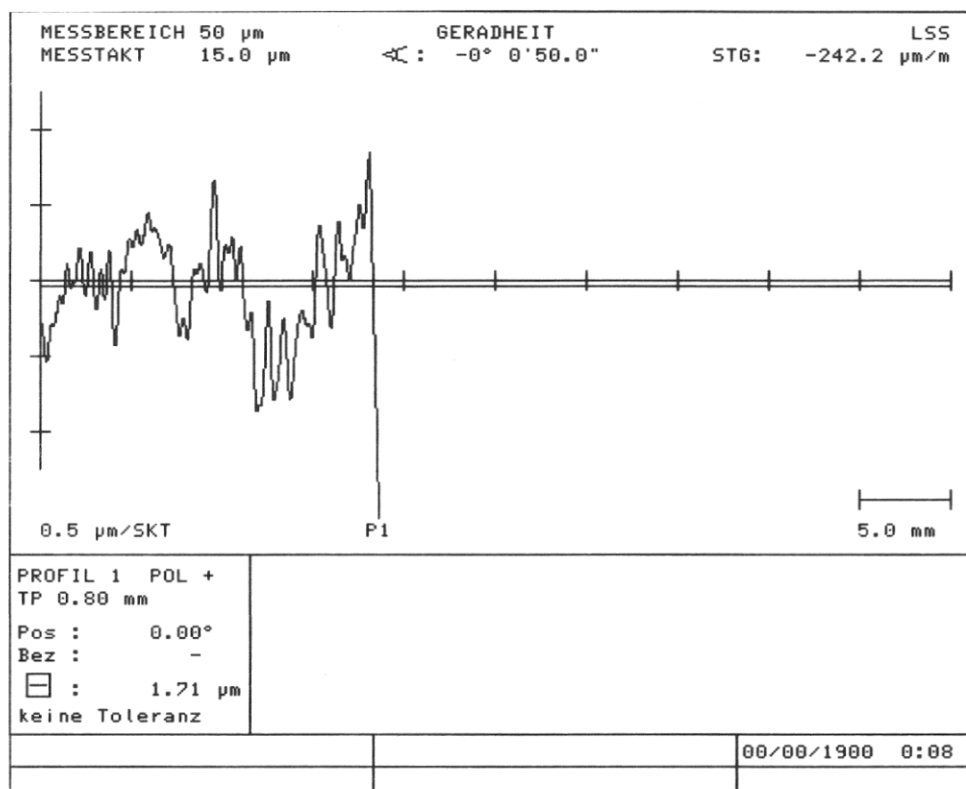
Након што је извршено подешавање вредности, изабрати тастер T- ANZ који се налази на тастатури FORMMETER F2P, и након притиска на тај тастер у десном делу екрана ће се отворити нови прозор (Слика 31) који показује контакт радног комада (Слика 32) и мерне игле (Слика 33), тај контакт (Слика 34) се остварује помоћу тастатуре и тастера који се налазе на машини FORMTESTER MMR4 или ручно помоћу вођица (Слика 35), тај контакт мора бити приближан нули или у најбољем случају да буде нула и то се све може видети на екрану у току подешавања. Након што је извршено ово подешавање из овог програма се излази притиском на тастер T-ANZ. Пошто су сва подешавања намештена врши се обрада тако што се на тастатури од машине FORMTESTER MMR4 држи тастер T и одмах након тога се на тастатури FORMMETER F2P притисне тастер START, где је након тога тастер T и даље притиснут све док обрада траје, а тастер START се пушта . Пошто је обрада извршена на екрану је приказан резултат мерења и притиском на тастер PRINT (штампање) који се налази на тастатури FORMMETER F2P може се извршити штампање и процес је извршен (Слика 37)

 GERADHEIT			
Parameter-Satz I		Profil 4	
Meßbereich	250 µm	Filter	0.800 W/mm
Meßweg	10 mm	Polarität	+
Meßtakt	12.5 µm	Referenz	LSS
Meßgeschw.	5.0 mm/s	Toleranz	KEINE
Meßort		Grafikart	LINEAR
Meßeбene	0.0 °	Skaleneinheit	AUTOMATISCH
Meßrichtung	VERTIKAL	Profilversatz	NEIN

Слика 36. Параметри правости [5]

Појмови (Слика 36):

- **Meßbereich** мерно подручје
- **Meßweg** мерни пут
- **Meßtakt** мерни такт
- **Meßgeschw** брзина мерења
- **Meßort** место мерења
- **Meßeбene** мерна раван
- **Meßrichtung** мерни правац
- **Filter** филтер (подешава се због храпавости)
- **Polaritt** поларитет
- **Referenz** референца
- **Toleranz** толеранција
- **Grafikart** врста графика
- **Skaleneinheit** јединица скале
- **Profilversatz** полирање профила



Слика 37. Процес правости у вертикалном правцу

3.) Управност

У главном менију (Слика 28) помоћу тастера START изабрати икону RECHTWINKLIGKEIT (управност), при чему се отвара нови прозор (Слика 38). Помоћу тастера $\downarrow \uparrow$, $\rightarrow \leftarrow$, ROLL $\downarrow$, ROLL $\uparrow$ променити одређене параметре. MEßBEREICH

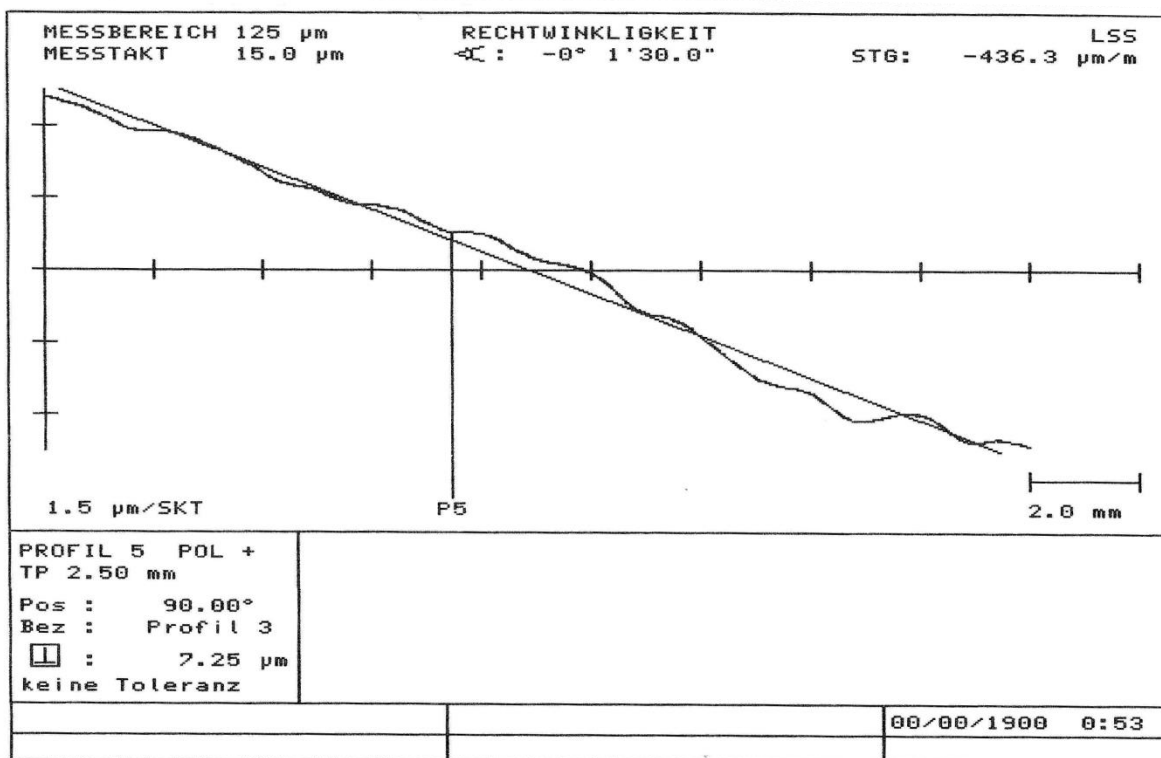
(мерни опсег) је у овом случају постављен на 125 µm, MEßWEG (мерни пут) је 50 mm, MEßTAKT (мерни такт) је 15 µm, MEßGESCHW (брзина мерења) је 5 mm/s, MEßEBEN (мерени ниво) је узет 90°, EMEßRICHTUNG (мерни правац) је хоризонталан, GRAFIKART (врста графика) је линеаран/поравнат, FILTER је узет да буде 2500 mm.

Након што је извршено подешавање вредности, изабрати тастер T- ANZ који се налази на тастатури FORMMETER F2P, и након притиска на тај тастер у десном делу екрана ће се отворити нови прозор (Слика 31) који показује контакт радног комада (Слика 32) и мерне игле (Слика 33), тај контакт (Слика 34) се остварује помоћу тастатуре и тастера који се налазе на машини FORMTESTER MMR4 или ручно помоћу вођица (Слика 35), тај контакт мора бити приближан нули или у најбољем случају да буде нула и то се све може видети на екрану у току подешавања. Након што је извршено ово подешавање из овог програма се излази притиском на тастер T-ANZ. Пошто су сва подешавања намештена врши се обрада тако што се на тастатури од машине FORMTESTER MMR4 држи тастер T и одмах након тога се на тастатури FORMMETER F2P притисне тастер START, где је након тога

тастер T и даље притиснут све док обрада траје, а тастер START се пушта . Пошто је обрада извршена на екрану је приказан резултат мерења и притиском на тастер PRINT (штампање) који се налази на тастатури FORMMETER F2P може се извршити штампање и процес је извршен (Слика 39).

 RECHTWINKLIGKEIT			
Parameter-Satz I		Profil 8	
Meßbereich	125 µm	Filter	2.500 W/mm
Meßweg	50.0 mm	Polarität	+
Meßtakt	15.0 µm	Referenz	LSS
Meßgeschw.	5.0 mm/s	Toleranz	KEINE
Meßort		Grafikart	LINEAR/AUSGER
Meßebene	0.0 °	Skaleneinheit	0.5 µm/s
Meßrichtung	RADIAL	Profilversatz	NEIN

Слика 38. Параметри правости [5]



Слика 39. Процес управости у хоризонталном правцу

5. Закључак

На основу примењених мерних одступања на машини FORMTESTER MMR4, може се закључити да је веома пожељно имати је у производњи. Разлог тога је тај, што се сваки готов део може проверити на њој, односно на њој се могу проверити одступања и видети колику тачност део има.

Садржај другог поглавља посвећен је метрологији, као науци која се бави методама мерења физичких величина, реализацији и одржавању еталона физичких величина, развојем и израдом мерних средстава и обрадом и анализом измерених резултата. Посебан акценат је стављен на контроли облика и међусобног положаја, који су потребни за даљи рад.

Садржај трећег поглавља омогућава да се сагледа шира слика о машини FORMTESTER MMR4, као и то шта машина тачно ради и које су јој позиције. Поред машине FORMTESTER MMR4, дат је опис апарата FORMMETER F2P који служи за мерење облика и положаја, такође служи за обраду података који се добијају након измереног профила радног комада.

Кроз неколико примера, тј примеру еталона извршена су мерна одступања конкретно у овом раду на одступање правости у вертикалном правцу и одступање управности у хоризонталном правцу.

6. Литература

- [1] М. Лазић, Основи метрологије, универзитетски уџбеник, *Машински факултет, Крагујевац, 1987.*
- [2] <https://tolerancije.wordpress.com/2011/01/08/толеранције-облика-и-положаја>, 01.09.2015.
- [3] <http://www.designworldonline.com/mitutoyo-introduces-worlds-first-01m-micrometer>, 20.09.2015.
- [4] <http://deltaespero.rs/mitutoyo>, 20.09.2015.
- [5] Mahr Perthen Metrology, FORMTESTER MMR4 and FORMMETER F2P, приручник са упутством за рад