

ПРОИЗВОДНО МАШИНСТВО - ПРО

Када се говори о ПРОИЗВОДНОМ МАШИНСТВУ, полази се од основне три области које морају бити интегрисано покривене, и то:

- производне технике,
- производне технологије,
- производна кибернетика.

Производне технике односе се на:

- широк спектар машина алатки (посебно CNC машине и обрадне центре),
- роботе,
- роботизоване системе за руковање материјалом,
- системе за аутоматску монтажу,
- машине за мерење и контролу,
- флексибилне технолошке системе,
- управљачке јединице,
- погонске системе и друге компоненте и елементе.

Исто тако, **производне технике** се односе и на **реализацију високопродуктивних алата, прибора и транспортних и складишних система**. Савремене производне технике морају омогућити нову генерацију фабрика.

Производне технологије базирају се на читавом систему технологија- почевши од конвенционалних механичких технологија у новим условима – а то се односи на коришћење компјутерских технологија за симулацију процеса и пројектовање процеса. Нове (високе) технологије су добиле и значајан подстицај са бржим развојем неконвенционалних технологија (електроерозине, електрохемијске, ласерске технологије), као и развојем микро и нано технологија, које су у динамичкој спреси са новом генерацијом конструкционих материјала.

Производна кибернетика обухвата инжењерска пројектовања (CAD, CAM, CAE) у области производа и производње, организације, планирања и управљања технолошким системима на бази компјутера: CIM–Computer Integrated Manufacturing (компјутерски интегрисане технологије). Овај део производног машинства представља основу за пословно интегрисане системе у индустрији. У укупној интеграцији производних техника и технологија овде се посебно истиче значај интеграције информационих и производних технологија са циљем реализације нове генерације производних индустрија.

Циљеви образовне и научне активности

- 1) да се индустрији и ширем окружењу обезбеде високостручни кадрови који су стручно и научно оспособљени за решавање комплексних проблема у сфери производног инжењерства – од пројектовања преко развоја, планирања, до управљања на свим нивоима од погона до сложених индустријских система;
- 2) да се кроз процес образовања обезбеде висококреативни кадрови оспособљени за покретања развоја и интернационализацију свих активности у одговарајућим технолошким срединама;
- 3) да процес образовања омогући активан рад студената на стицању нових знања, посебно у истраживачким лабораторијама, а водећи рачуна и о ефикасности студирања;
- 4) да се перманентно унапређују студије, смелије оспособљава научни подмладак са афирмацијом кроз резултате рада.

Лабораторије катедре и ЦЕНТ-а:

- Лабораторија за структурну анализу и испитивање (CAE).
- Лабораторија за аутоматизацију производних процеса (AUTOMATION).
- Лабораторија за информационе технологије и управљање производњом (CIM).
- Лабораторија за CAD/CAM.
- Лабораторија за флексибилне технолошке системе, обрадне процесе и алате (FTS).
- Лабораторија за индустријску роботичку и вештачку интелигенцију (ROBOTICS&AI).
- Лабораторија за производну метрологију и квалитет (CAQ).

Легенда:

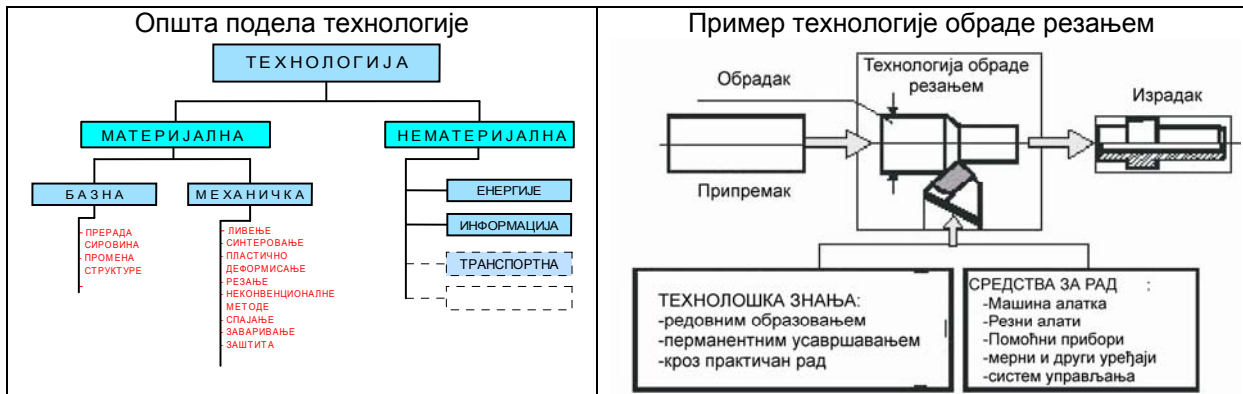
CeNT – Centar za nove tehnologije
Computer-aided engineering (CAE)
Computer-integrated manufacturing (CIM)
Computer-aided design (CAD)
Computer-aided manufacturing (CAM)

Изводи из теорије појединих дисциплина које спадају у област ПРОИЗВОДНО МАШИНСТВО

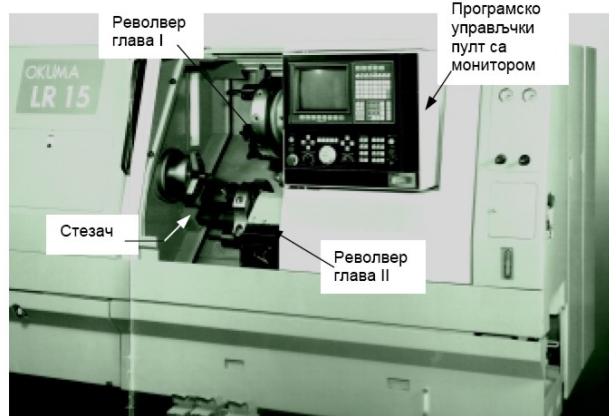
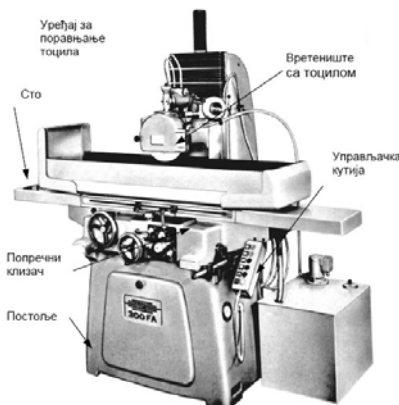
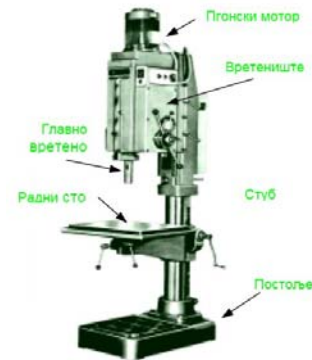
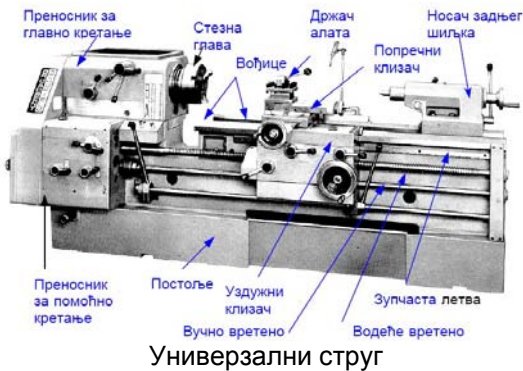
ТЕХНОЛОГИЈЕ

Производне технологије садрже активности: усвајање концепције производа, пројектовање и конструисање, прорачун и проверу, пројектовање технолошких процеса производње, обраде и обликовање у свим етапама производње, мерење и контрола, монтажа и завршно испитивање готовог производа, заштита и паковање, транспорт и ток материјала у процесу производње, Одржавање производне опреме.

Технологија је реч грчког порекла и значи -учење о поступцима помоћу којих се прерађују сировине. Или, технологија је наука о вештинама и занатима, као и научно приказивање људске делатности са сврхом прераде природних производа (сировина) за људску употребу.



Машина алатка има задатак да преко стандардних или специјалних прибора **прихвати обрадак и алате** и да им обезбеди потребну стабилност у току процеса обраде. Систем за управљање на машини обезбеђује сва кретања пре и у току обраде, па тако нпр. он обезбеђује да се пре почетка обраде обрадак и алат доведу у тачан међусобни положај, као и да се током обраде остваре сва кретања која су потребна да би се добила задата геометрија издатка. Следе скице неколико машина алатки за обраду резањем.



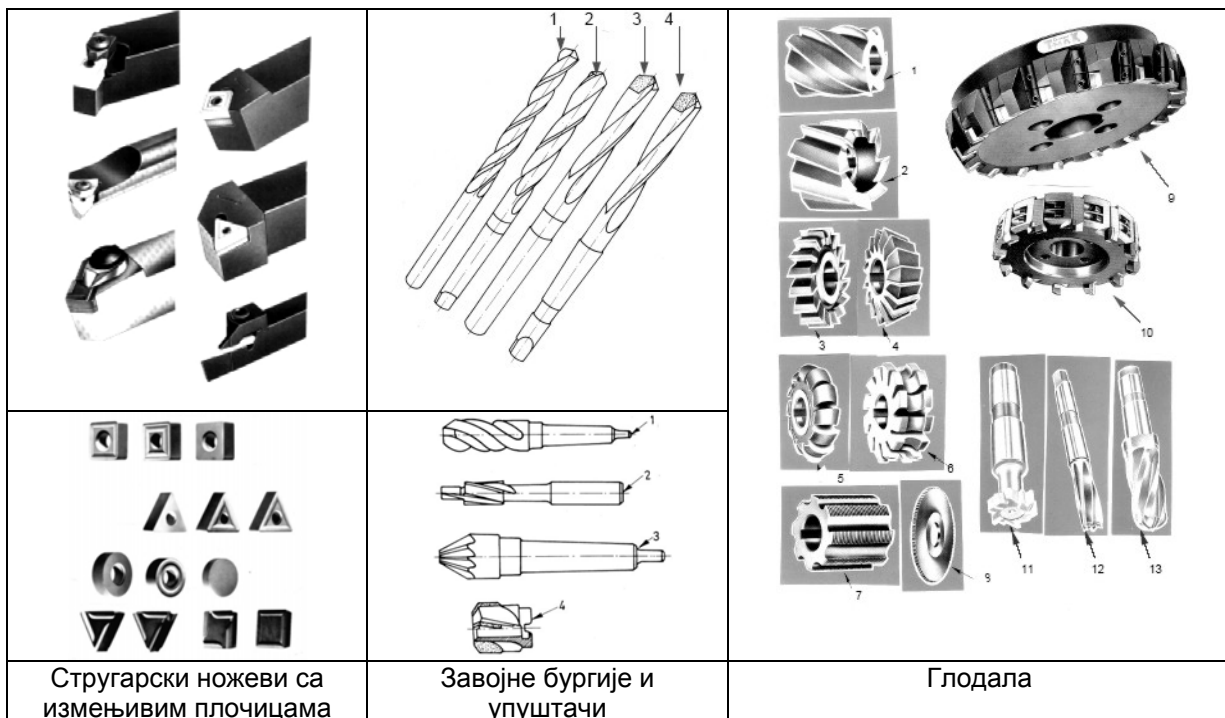
Нова генерација машина алатки у ово време се не најављује и не препознаје у видљивим трендовима развоја обрадних система. Чешће се сада говори о разним **усавршавањима машина алатки, али и обрадног система.**

Тиме се указује на ове и сличне трендове:

- Смањивање габарита радног простора машине, а тиме и габарита обрађених делова, уз адекватну тачност обраде.
- Проширивање намене обрадних система на медицину и биотехнологије.
- Безбедност у руковању машинама.
- Еколошка погодност обрадних система, укључујући и рад без отпада.
- Укључивање обрадних система у комуникационе мреже.
- Објектно програмирање нумерички управљаних обрадних система.
- Реконфигурабилност и прилагодивост технолошке опреме.
- Управљање отворене архитектуре са елементима интелигентног одлучивања и дијагностике, са елементима самодијагностике обрадног система.
- Интеграција компензација грешака у управљање машина алатки. Коришћење активних носећих структура за компензацију споро променљивих грешака.
- Симулација процеса обраде и окружења обрадног система пре терминирања производње.
- Развој производа нове архитектуре на бази платформи, модула и сервиса, укључујући и праћење производа за све време његовог постојања.
- Побољшавање перформанси погона машина алатки и других виталних подсистема.

Алати за обраду резањем се одликују својим геометријским обликом и материјалом од ког су направљени. Они су **геометријски тако обликовани да се у основи састоје из два карактеристична дела: стежни** преко кога се алат поставља, подешава и причвршћује на машину (дршке, цилиндри, конуси и др.) и **резни** на коме је формирана резна геометрија, односно изострен резни клин алата.

Зависно од врсте обраде, резни део алата може бити са једним резним елементом-једносечни алати, у које спадају алати за стругање и рендисање и са више резних елемената-вишесечни алати, у које спадају алати за брушење, глодање и провлачење.

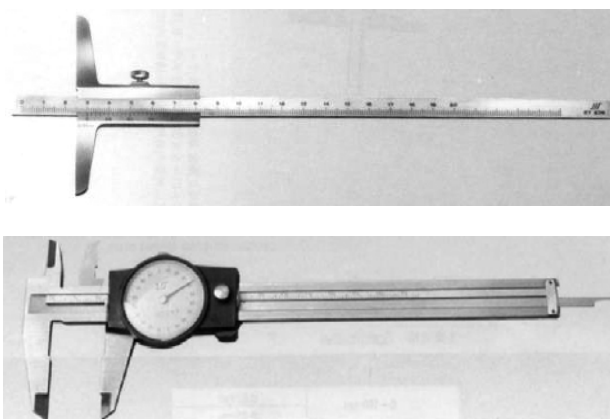
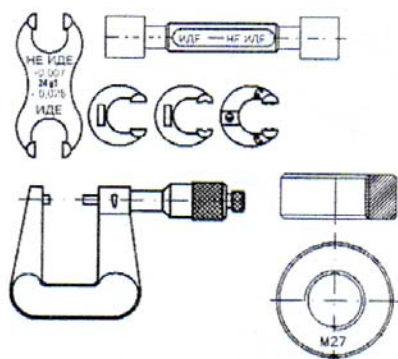


Помоћни прибори су посебни уређаји у које се поставља и стеже обрадак приликом обраде на машини при чему се истовремено доводи у тачно одређени положај према резном алату. Осим за стежање обрадака, прибори се користе и за стежање резних алата при обради. Сви прибори који се користе у при обради резањем могу се поделити на: стандардне, специјалне, групне, монтажано-демонтажне и фазно-изменљиве.

На слици поред су приказани прибори који се најчешће налазе у радионицама (1-универзална стезна глава, 2-5 шиљци, 6-универзални стезач за алате са цилиндричном дршком, 7-брзи стезач за алате са цилиндричном дршком, 8 и 9 – еластичне стезне чауре, 10 и 11 машинске стеге и 12 и 13-магнетне плоче.)



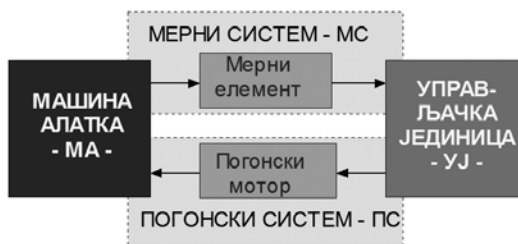
Мерење и контрола су посебно важне радње у машинској обради и њима се одређује да ли је посматрани део добро израђен или није. При обради се мере или се контролишу: дужине, углови, профили, навој, озубљење, и квалитет обрађене површине. За мерење се користе мерни прибори и Нумерички управљане мерне машине.



Уобичајена радионичка мерила (толеранцијска мерила, микрометар, дубиномер, кљунасто мерило са аналогном скалом)

НУМА СИСТЕМИ И ПРОЈЕКТОВАЊЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ (програмирање)

НУМА системи - NC systems (**Нумеричко Управљање Машинама Алаткама** - Numerical Control) су системи код којих је управљање кретањима извршних органа машина алатки оствариво на основу инструкција које се задају у алфа-нумеричком коду, што значи да се ток информација у оквиру управљачког програма састоји од дискретних бројних вредности.



Структура НУМА система

Подела НУ система према технолошком задатку

Управљачка јединица обезбеђује: управљање функцијама НУМА система које су задате управљачким програмом (уноси се преко тастатуре на УЈ или преко тастатуре другог рачунара повезаног са УЈ); интерполацију (линеарну, кружну или вишег реда); корекцију путање алата.

Погонски системи: обезбеђују ток информација и енергије у НУМА систему; деле се на системе: за главно кретање и помоћна кретања; састоје се од: појачивача, регулатора и актуатора; врсте: ЕКМ (код отворених система), ЕКХМ, DC (код затворених система), АС, хидромотори, хидроцилиндри.

Мерни системи: транслаторни (непосредно мерење, доња слика под а) и угаони (посредно мерење, доње слике под б и с).

Према технолошком задатку управљања обрадом, НУМА системи се деле на: системе позиционог НУ, системе контурног НУ и системе комбинованог НУ.

Врсте програмирања НУМА система:

- Ручно програмирање проблемски оријентисаним језиком који „разуме” машина (G-код). Потребни улази: план алата, план обратка, план стезања. Програм се може унети у УЈ коришћењем тастатуре на пулту УЈ; други начин је уношење програма преко спољашњег медија (некад преко читача-бушене траке, па касније преко „флопија”; данас директном везом са рачунаром – CNC).
- Новији начин програмирања: коришћењем виших програмских језика (команде APT_a, EXAPT_a, ADAPT_a, ...), а затим се врши постпроцесирање тако написаног програма за дотичну машину алатку.
- Данас: савремени CAD/CAM пакети (ProE, Catia, SolidWorks ...) – селекцијом површи обратка на екрану, док рачунар сам прорачунава параметре режима и путање алата коришћењем ових софтвера; технолог се бави само оптимизацијом режима, као и бројем и редоследом захвата (шта ће прво да се обради).

Потребни ресурси за пројектовање NC технологије:

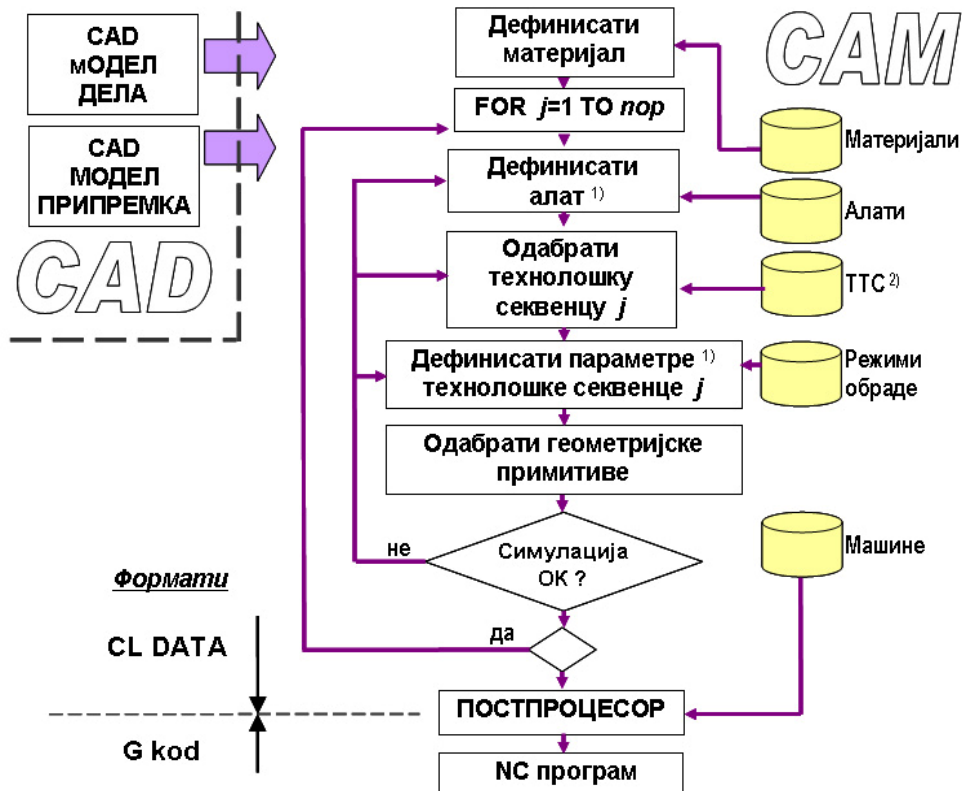
Опрема:	Машина алатка са нумеричким управљањем или обрадни центар
	Резни алати (стандардни и специјални) и систем држача алата према прихватним мерама у главном вретену или носачу алата
	Скуп стандардних и специјалних помоћних прибора
Кадрови:	Технолог као резултат пројектовања технологије обраде одређеног дела на одређеној машини обезбеђује технолошки програм и технолошку документацију.
	NC оператер за потребе обраде врши припрему машине, алата и прибора, постављање дела на машину, стезање, учитавање програма, активирање извршења програма, надзор извршења програма, скидање издатка са машине. Перманентно брине о стању машине.
Софтвер:	CAM-Програмски пакет за пројектовање технологије помоћу рачунара
	ПОМОЋНИ ПРОГРАМИ (CAD, едитор текста, програм за комуникацију са управљачком јединицом).

Према нивоу геометријске сложености обрадака пројектовање NC технологије може да буде: 2D, 2,5 D, 3 D, Вишеосна обрада 4-осна, 5-осна.

У оквиру активности пројектовања NC технологије потребно припремити:

- **ПЛАН АЛАТА:** Садржи спецификацију потребних алата и држача за операцију обраде, с нумерацијом, према којој оператер попуњава магацин алата (или револвер). Такође садржи резервисане бројеве корекција, под којима оператер уноси дужине и полупречнике појединих алата у одоварајући део корисничке меморије управљачке јединице.
- **ПЛАН БАЗИРАЊА:** Садржи опис: како, чиме и где на машини поставити припремак и остварити његово стезање. Скицом је представљена нулта тачка обратка и координатни систем у коме је програмирана обрада. Оператерова обавеза је да одреди координате те тачке на припремку, у координатном систему машине и да их унесе у одоварајући део корисничке меморије управљачке јединице.
- **ПЛАН ОБРАДЕ:** Садржи спецификацију захвата по редоследу којим ће се обављати при извршењу програма. За сваки захват се наводи: текстуални опис захвата, потребни алат, елементи режима обраде, број пролаза. План обраде је основа за састављање технолошког програма обраде.
- **ПРОГРАМ:**
 - Програмирање путање алата се изводи у координатном систему обратка, чији се координатни почетак назива НУЛТА ТАЧКА.
 - Осе координатног система обратка се бирају да буду паралелне осама координатног система машине, након постављања припремка на машину.
 - У корисничку меморију управљачке јединице се преноси програм у тзв. G-коду (ASCII датотека). Овај код је стандардизован, али свака машина и свака управљачка јединица подразумевају одређене специфичности.
 - Обрадни ситем припремљен за старт програма подразумева:
 - У корисничку меморију управљачке јединице смештен програм, подаци о корекцијама мера алата и координате нулте тачке.
 - Припремак коректно базиран и стегнут (према плану стезања).
 - Магацин алата попуњен алатима (сагласно плану алата).

Приказ активности пројектовања NC технологије применом CAD/CAM пакета дат је на слици која следи.



ПРОЈЕКТОВАЊЕ ТЕХНОЛОШКИХ ПРОЦЕСА

Пројектовање технолошког процеса се може раздвојити у **две фазе**:

планирање технолошког процеса и **пројектовање технолошких операција**.

Планирање технолошког процеса је свеукупно планирање процеса израде дела. Циљ је **одређивање садржаја и редоследа операција у технолошком поступку**. При планирању технолошког процеса разматрају се бројни фактори као што су: материјал, структура и техничка спецификација дела, обим производње, машине алатке, алати, мерни прибори, помоћни прибори, обученост радника, услови у погону и сл. Утицај ових фактора на планирање технолошког процеса мора се свеобухватно проучити у циљу доношења оптималних одлука.

Активности планирања технолошког процеса су: анализа цртежа дела, избор врсте припремка, избор метода обраде за сваку површину која се обрађује, одређивање редоследа операција, избор технолошких база за сваку операцију.

Дефинисање технолошких операција одвија се кроз следеће активности: избор машина алатки за сваку операцију, избор алата за сваки захват, одређивање додатака за обраду, одређивање технолошких мера и толеранција за сваку операцију, избор режима обраде за сваку операцију и прорачун времена обраде и трошкова.

У поређењу са планирањем технолошког процеса током пројектовања технолошких операција се детаљније проучавају сви релевантни параметри за сваку операцију.

После пројектовања технолошког процеса потребно је успоставити документацију која описује процес.

Технолошка документација представља основ за организацију производње, а раднику за машином упутство за извођење обраде. Ова документација такође служи за припрему производње и терминирање.

Технолошка документација

Технолошка документација састоји се из **два основна типа докумената**:

технолошког поступка и **операционих листа**.

Технолошки поступак је **документ у којем је приказан комплетан технолошки процес**. Елементи коју су обухваћени овим документом су операције, опрема која се користи за сваку операцију, алати за сваку операцију, времена итд.

За сваку операцију прави се **операциони лист који садржи све потребне инструкције за правилно извођење операције**. Детаљне информације садржане на овом документу обухватају начин постављања припремка, садржај и редослед захвата, потребне алате и приборе, параметре режима обраде, времена итд. У циљу што јаснијег описивања операције даје се и скица дела. На скици се назначавашу површине за базирање и стезање. Такође се дају све мере и толеранције које треба постићи.

За операције које не представљају обраду, као што су операције контроле, или за операције термичке обраде користе се посебни облици операционих листа.

АУТОМАТИЗАЦИЈА У САВРЕМЕНОЈ ПРОИЗВОДЊИ

Код увођења аутоматизације у производњи примењене науке, технике и технологије условљене су карактеристикама производа и посебно технолошких процеса (могу бити: континуални, групни, и технолошки процеси производње делова и монтаже сложених производа од већег броја компоненти). Основе савремене и нове технологије и опрема примењена у аутоматизацији производње делова и монтажи сложених производа су: аутоматизоване машине алатке за обраду делова/реализацију процеса; аутоматизоване монтажне линије; индустријски роботи у производњи и монтажи; системи за аутоматско руковање материјалом и складиштење; системи за аутоматску инспекцију и контролу квалитета; компјутерско управљање процесима и затворени системи управљања; компјутеризовани системи за планирање производње, прикупљање података и доношење одлука за реализацију производних и технолошких процеса.

Врсте аутоматизације у савременој производњи

У савременој производњи делова и монтажи сложених производа, дефинишу се три основне врсте аутоматизације: тврда – фиксна аутоматизација, програмабилна аутоматизација, и флексибилни аутоматизација.

Циљеви аутоматизације

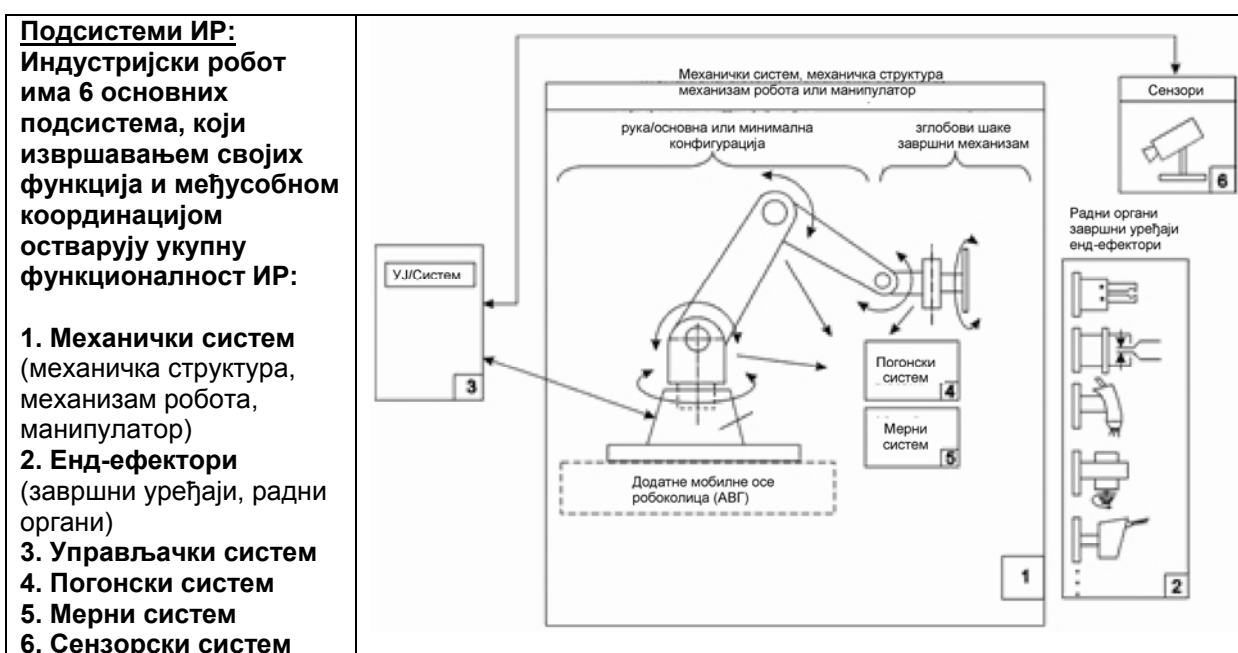
Основни циљ аутоматизације је ослобађање човека од непосредног учешћа у производњи уз постизање ефеката које човек не може да оствари (тачност, квалитет, трошкови, услови рада итд.). Детаљније посматрано могу се дефинисати ужи циљеви:

- Повећање продуктивности и производности,
- Скраћење циклуса производње,
- Повећање квалитета производње,
- Смањење трошкова производње.

ИНДУСТРИЈСКИ РОБОТИ

Дефиниција ИР (ISO 8373): „Индустријски робот је вишенаменска, репрограмабилна, манипулациона и аутоматски управљана машина, са више степени слободe, која може бити у фиксираним положају или мобилна, а користи се за аутоматизоване примене у индустрији”.

Значај ИР: аутоматизација производње, подизање нивоа продуктивности, одржавање константног нивоа квалитета и хуманизација рада.



Методe програмирања ИР: 1. „on-line” (програмирање обучавањем) 2. „off-line” (програмирање употребом програмских језика)

Класификација ИР према нивоу управљања

1. **ручни манипулациони уређаји:** то су уређаји са неколико степени слободe кретања којима управља човек;
2. **секвенцијални роботи:** то су манипулациони уређаји са фиксним или променљивим секвенцијалним управљањем (тешко се програмирају);
3. **повнављајући („play-back”) роботи:** оператер извршава задатак „вођењем” енд-ефектора робота, уз меморисање трајекторија које се касније понављају;
4. **НУ роботи:** програмирају се текстуалним језицима слично као НУМА;
5. **аутономни мобилни роботи:** коришћењем сензорске информације и вештачке интелигенције (Artificial Intelligence) ови роботи разумеју задатак и околину, тако да могу да доносе одлуке самостално, захваљујући претходном машинском учењу, и то у реалном времену.

Класификација ИР са становишта функције и примене

1. **Мануипулација** (опслуживање машина, паковање, сортирање ...)
2. **Обављање процеса** (заваривање, обрада резањем, сечење ласером, бојење, чишћење)
3. **Манипулација и обављање процеса (монтажа)**
4. **Специјални задаци** (мерење и контрола квалитета, контрола у нуклеаркама, истраживање космоса).

ТЕХНОЛОГИЈА МОНТАЖЕ

У оквиру процеса монтаже сједињују се резултати свих претходних производних активности и кроз одговарајући квалитативни скок претварају у финални производ. Процес монтаже производа је пресечна и кумулативна тачка укупног производног система. На овом нивоу се скупљају и постају видљиви сви недостаци и пропусти претходних фаза фаза производног процеса.

Процес монтаже представља скуп технолошких процеса који се могу сврстати у три групе:

- основни процеси монтаже (процес спајања и процес учвршћивања);
- допунски процеси монтаже (специјални процеси) и
- помоћни процеси монтаже (транспорт, манипулација, увођење делова у процес и процес контроле)

Проце монтаже, се као један од основних производних процеса на садашњем нивоу развоја технолошки се реализује у оквиру три основна облика:

мануелна монтажа, круто аутоматизована монтажа и флексибилно аутоматизована маонтажа.

Генерално посматрано, концепт реализације процеса спајања одређен је са три функционална фактора: тачност, флексибилност и сензитивност.

Даља истраживања на усавршавању процеса монтаже иду у правцу развијања концепта активног адаптивног спајања (развој интелигентних система за монтажу).

МЕНАЏМЕНТ КВАЛИТЕТОМ

Пословни системи у првој деценији новог миленијума се у свом пословању сусрећу са новим изазовима, који се огледају у следећем: (1) профитабилност, као базна парадигма пословања у оштрим условима пословања, (2) компететивност, као услов тржишног опстанка, (3) глобализација, као парадигма глобалне светске политике најјачих земаља, (4) брзе промене пословања, као једна од последица глобализације, (5) адаптибилност – као услов прилагођавању брзим променама, (6) раст (захтева, становништва, потреба, ...), и (7) развој и примена нових технологија. Стандарди менаџмент система, као што су: QMS, EMS (ISO 14001), OHSAS 18001, FSMS (ISO 22000), SA, ISO/IEC 17025:2005, ISO 15189:2003, ISO/IEC 27001:2005, ISO/IEC 17799:2005, ISO 13485:2003 и други, представљају оквир за развој и примену добре менаџмент праксе у организацијама широм света. Међутим, могу се констатовати две ствари: (1) стандарди квалитета (QMS и њима кореспондентни) представљали су основу за развој стандарда за остале менаџмент системе, и (2) три стандарда су у пракси данас највише заступљена: QMS, EMS и OHSAS и све више се срећу као међусобно повезани – интегрисани (IMS). Дакле, данас се више не поставља питање да ли ове стандардизоване моделе треба применити, већ – како их заједно/интегрисано инкорпорирати у пословни систем организације. Због тога се истраживачи и практичари из ове области данас баве питањима – како пројектовати, применити и унапредити ”оптимални” модел IMS-а, а општа корист од примене IMS-а, се даје као: ” ... дефинисање одговорности организације и остваривање користи за њене интересне групе (купци, власници, испоручиоци, запослени и друштво) ...”. У свакој организацији егзистира већи број парцијалних менаџмент система, стандардног (QMS, EMS, OHSAS, ...) и/или нестандардног типа (производни, финансијски, кадровски, маркетинг, истраживања, ...). Де-

таљне анализе показују да компаније користе између пет и двадесет различитих парцијалних менаџмент система у свом пословању. Ово често доводи до компликација у њиховом пословању због: (1) комплексности информационе инфраструктуре, (2) преплитања надлежности и одговорности, (3) различитости процедура за исте послове, и (4) сложености организационе структуре. Појавом верзије стандарда ISO 9000:2008, чија је основна карактеристика – процесно управљање квалитетом а посебно модела изврсности заснованих на концепту TQM-а, створени су услови за интеграцију и синергију парцијалних менаџмент система. Развој стандардизације пословних процеса се креће у смеру интеграције модела за менаџмент квалитетом, менаџмент заштитом животне средине, менаџмент заштитом здравља и безбедности запослених као и добре производне, лабораторијске и друге пословне праксе.

КОМПЈУТЕРСКА СИМУЛАЦИЈА

Компјутерска симулација представља експериментисање над апстрактним моделом у виду програма за компјутер, при чему се процеси одвијају у одређеном временском интервалу. При прављењу модела довољно је разматрати оне аспекте система који утичу на проблем који се истражује. Према томе, модел је у одређеном смислу поједностављење система. Симулација обухвата следеће активности:

- моделирање,
- експериментисање над моделом,
- анализа симулационих (експерименталних) резултата.
-

