جلسه چهارم: معرفی اجزای مختلف ماشین های ابزار

ماشین ابزار

- *تعریف: یک ماشین ثابت با نیروی محرک که برای شکل دادن یا ماشینکاری قطعات فلزی یا غیر فلزی مورد استفاده قرار می گیرد.*

طبقه بندی فرآیندهای ساخت:

فرآیندهای انباشت ماده: مانند ریخته گری و متالورژی پودر

فرایندهای اتصال: انواع روش های جوشکاری (پرچ و **FSW**)

شکل دهی: شامل شکل دهی سرد و گرم (آهنگری سرد و گرم)، اسپینینگ، کشش عمیق و ...

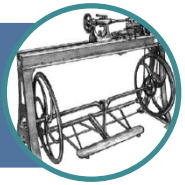
فرآیندهایی که در آن ها جدایش ماده اتفاق می افتد: برش (ورق)، برش با لیزر و واتر جت

فرآیندهای ماشینکاری: تراشکاری، فرزکاری، سنگ زنی، ماشینکاری اولتراسونیک، **EDM** و ...

تاریخچه ماشین های ابزار

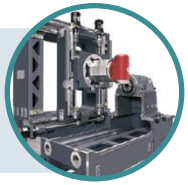
از قرون وسطی تا انقلاب صنعتی

انقلاب صنعتی



قرن نوزدهم

بین سالهای ۱۹۰۰ تا ۱۹۹۰



از ۱۹۹۰ تا امروز

۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰ ← دهه Machin Centers

۲۰۱۰ تا کنون ← انقلاب صنعتی 4.0

از قرون وسطی تا انقلاب صنعتی

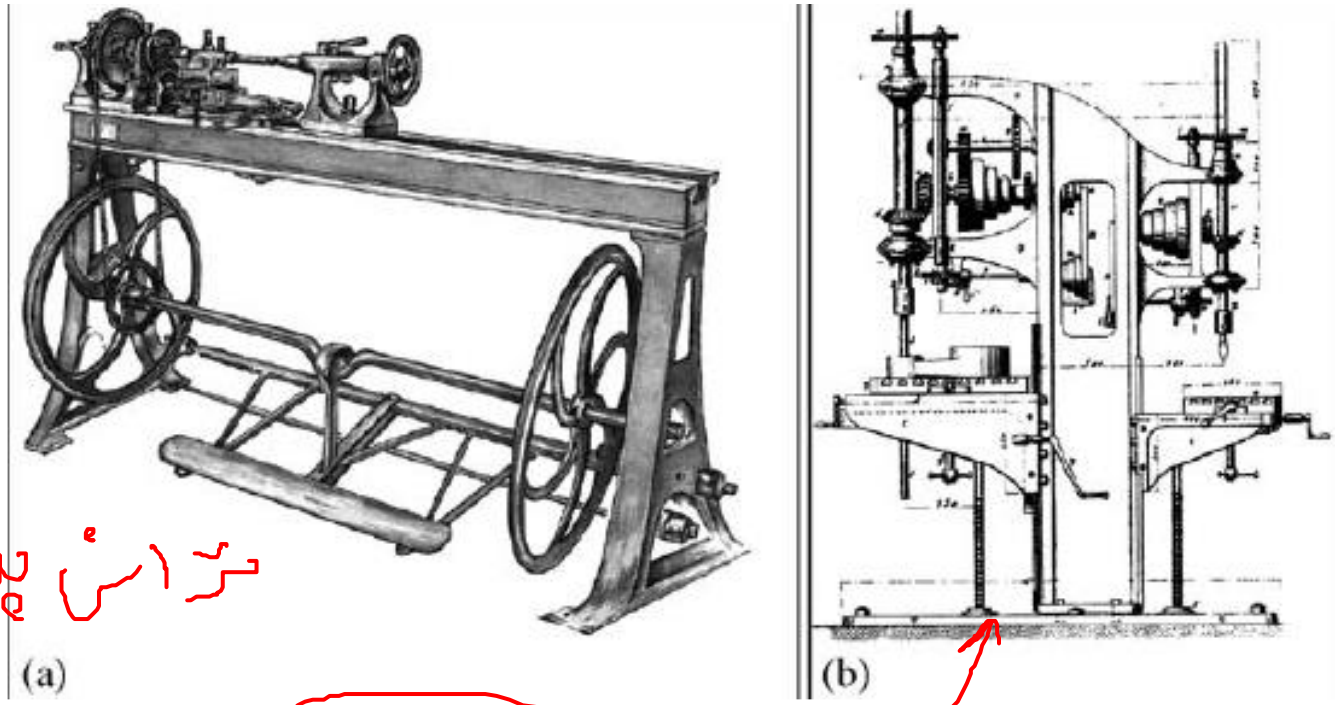
- *داوینچی تعداد زیادی ماشین ابزار اختراع کرد که بیشتر آن ها به دلایل فنی مورد استفاده قرار نگرفت.*
- *در سال ۱۷۷۷ رامزدن اولین دستگاه تراش که با مکانیزم پیچی کار میکرد را اختراع نمود.*

انقلاب صنعتی

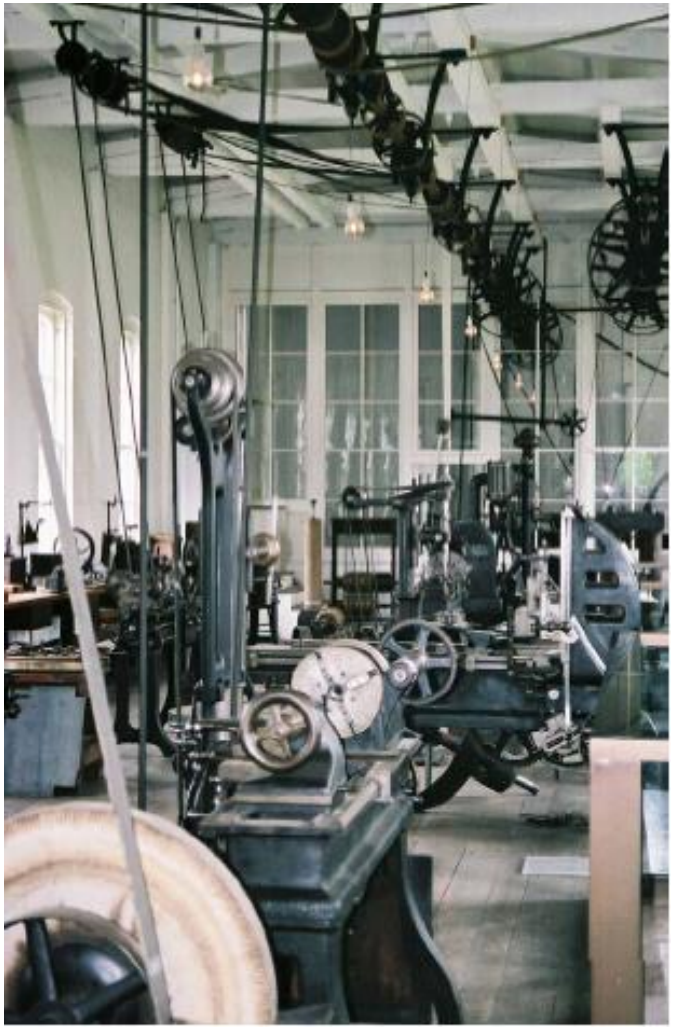
- پس از اختراع موتور بخار در سال ۱۷۹۷ Henry Maudslay اولین ماشین تراش با استفاده از این نیرو را اختراع نمود.

قرن نوزدهم

- در سال ۱۸۱۸ Whitney دستگاه فرز را اختراع نمود.



a Pedal-driven lathe. **b** Drill with variable pressure, at the end of the 19th century



کارگاه ماشینکاری- آزمایشگاه ادیسون

از سال ۱۹۰۰ تا ۱۹۹۰

- *اوایل قرن بیستم مربوط می شد به تولید انبوه خودرو توسط فورد.*
- *موتور الکتریکی در سال ۱۹۲۰ وارد بازار شد. قبل از آن ماشین های ابزار توسط موتور بخار کار می کرد.*
- *با استفاده از ماشین های NC در دهه ۷۰ تحول عمیقی در تولید اتفاق افتاد.*

از سال ۱۹۹۰ تا امروز

- با توسعه کامپیوترهای شخصی از سال ۱۹۹۰ به بعد ماشینهای CNC توسعه زیادی یافتند.

- فناوری های روز ماشین های ابزار:
  - تعویض ابزار اتوماتیک (ATC)
  - تعویض قطعه کار اتوماتیک (APC)
  - ماشینهای چندکاره (machining centers)

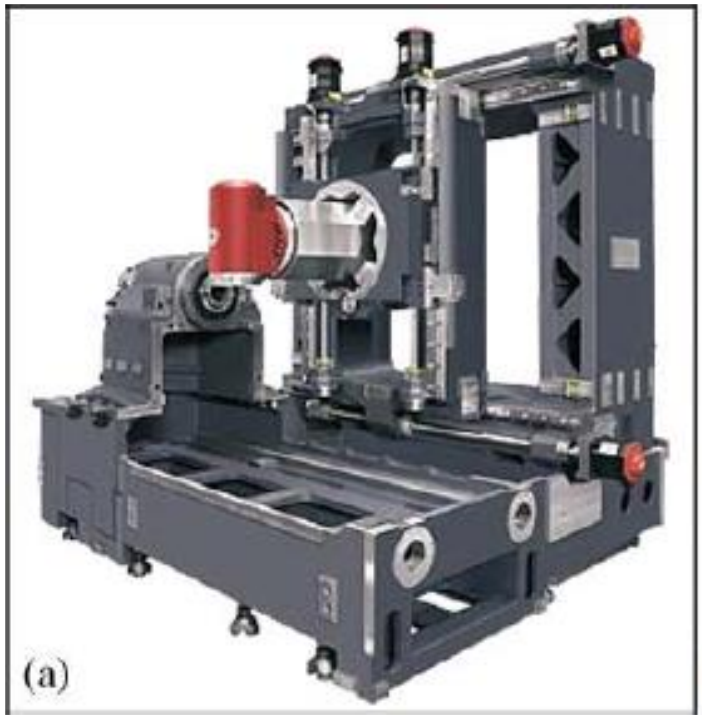
۱۹۹۵ - ۲۰۱۵

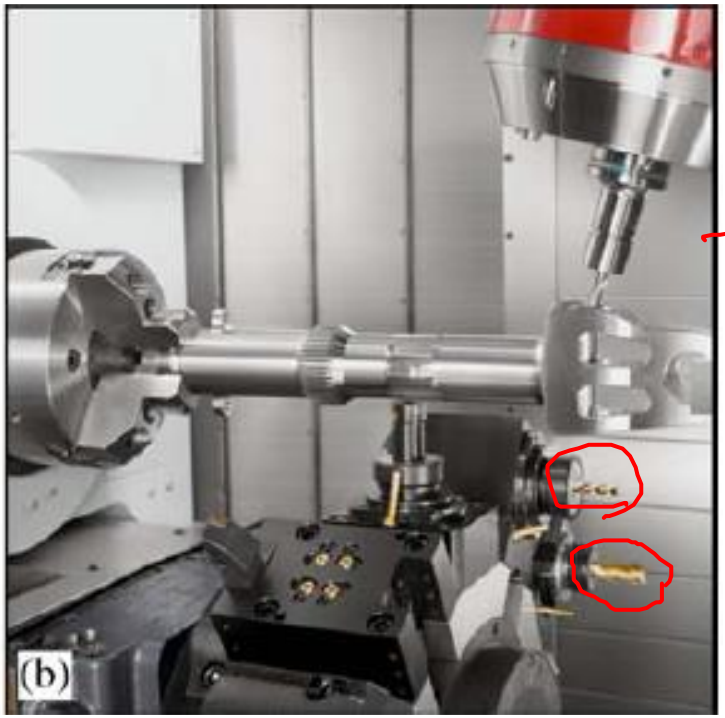
۲۰۱۵ - ۲۰۲۱

Industry 4.0

Connected manufacturing
Big data-data processing
High level of automation

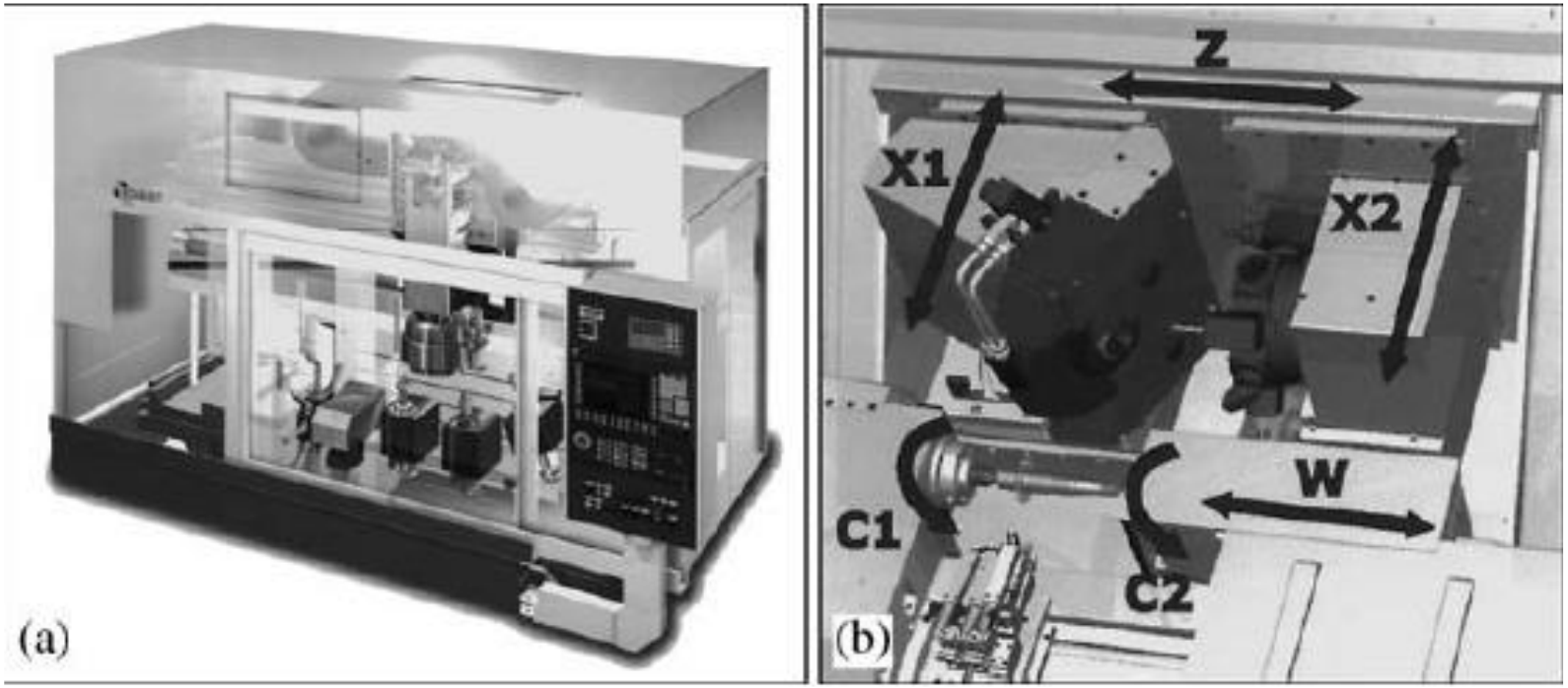
از سال ۱۹۹۰ تا امروز





ماشین ابزار با قابلیت های مختلف

از سال ۱۹۹۰ تا امروز



ماشین ابزار با قابلیت های همزمان تراشکاری و سنگ زنی داخلی (سمت چپ)
تراشکاری و سنگ زنی سطوح استوانه ای خارجی (سمت راست)

فرایندهای ماشینکاری

Defined cutting edge (cutting)

Main motion: translation

- Broaching machine
- Band saw and Hacksaw
- Planer and Shaper
- Slotting machine

Main motion: rotation

- Turning:
  - Engine universal lathe
  - Vertical lathe (vertical boring mill)
  - Drum turret lathe
  - Multi-spindle lathe
- Milling:
  - Universal knee milling machine
  - Vertical milling machine
- Boring:
  - Horizontal boring machine
- Drilling:
  - Bench drill
  - Drill press (upright drill press)
  - Radial drill press
  - Multi-spindle drill
  - Drum turret drill
  - Deep drilling machine
- Sawing:
  - Circular or disk sawing machines (coldsaws)

Machining centre: machine designed to use rotating tools, with capability of milling, drilling, boring and tapping:

- Vertical
- Horizontal

Turning centre: Machine derived from a lathe with capability of turning and milling, including:

- Motorised tools in a drum turret or/ and
- A milling headstock

Transfer machines and systems

Undefined cutting edge (abrasive)

- Grinding
  - Cylindrical grinder:
    - External
    - Internal
  - Surface grinder:
    - Rotating
    - Reciprocating
    - Creep grinding
  - Point grinder
  - Centreless grinder
  - Tool grinder
- Honing
  - Short stroke
  - Long stroke
- Lapping
  - Single side
  - Double side
- True friction sawing machines (disk and band)
- Abrasive disk sawing machines

Non-conventional (erosion)

- Electrodischarge machining:
  - Wire (WEDM)
  - Sinking (SEDM)
- Electrochemical machining (ECM)
- Electronbeam machining (EBM)
- Ultrasonic machining (USM)

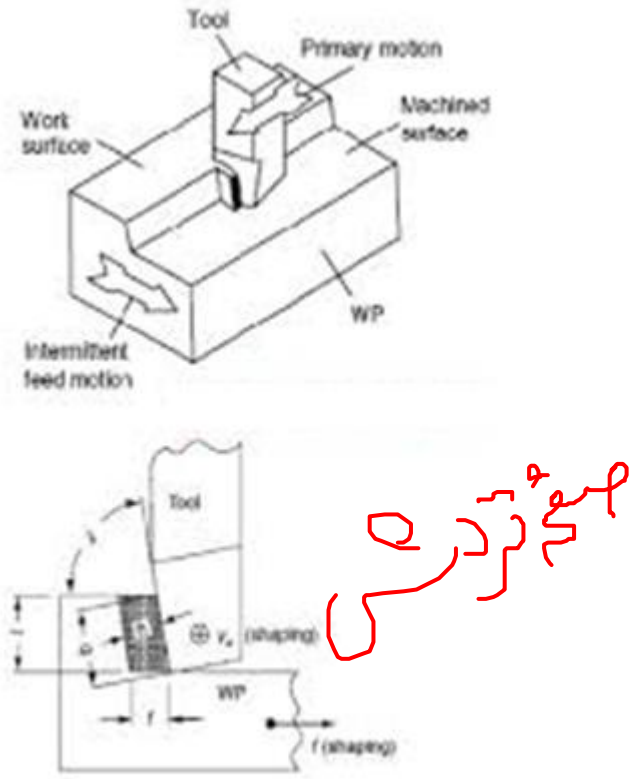
Laser: This new tool can be used for cutting metal sheets, welding, material deposition and material ablation

Multi-task machine: Machine that combines two machining processes:

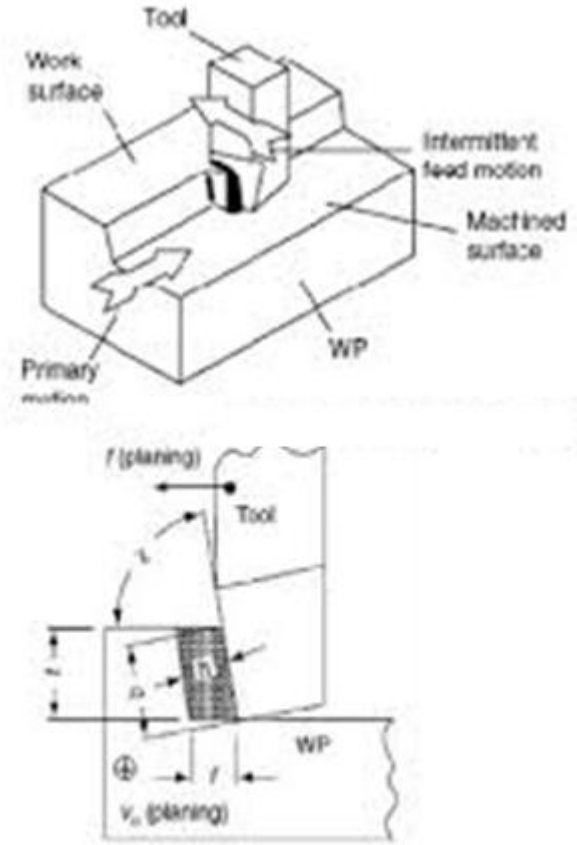
- Milling and turning
- Turning and grinding
- Milling and grinding

Hybrid machine: machine combining a machining process and other manufac-

Planner and shaper

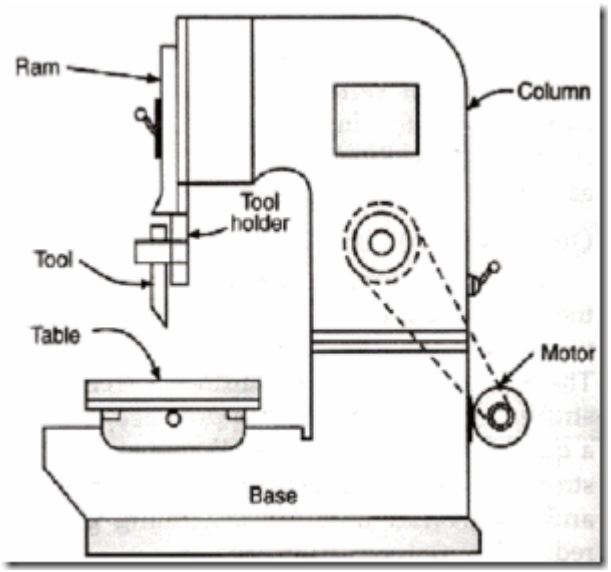


a) Shaping



b) Planing

Slotting machine



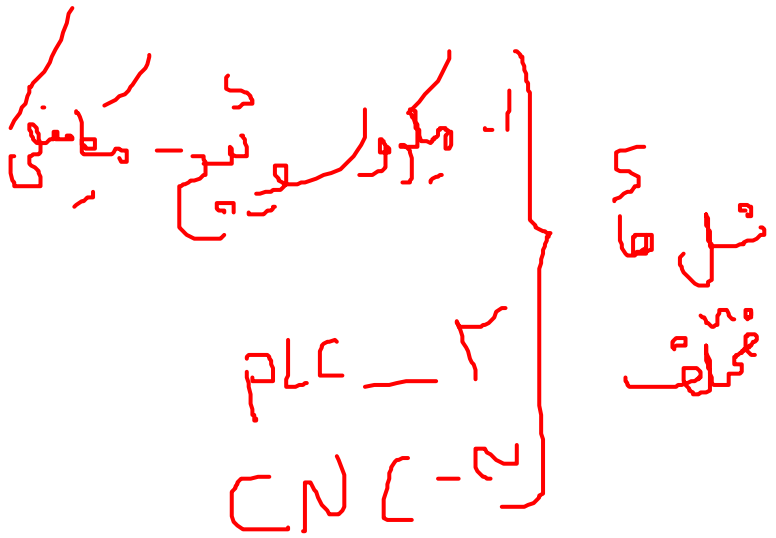
ابزار

در واقع همان **shaper** است که در آن با حرکت رفت و برگشتی ابزار شیار ایجاد می شود و سپس با حرکت ابزار به سمت کناره های دایره (شیار در سوراخ اسپراکت را در نظر بگیرید) عمق مورد نیاز شیار به دست می آید.

https://www.dideo.ir/v/yt/qI86m7uiLxM/10-inch-slotting-machine-%28250-mm%29-%7C-yogi-machine

Drum turret lathe

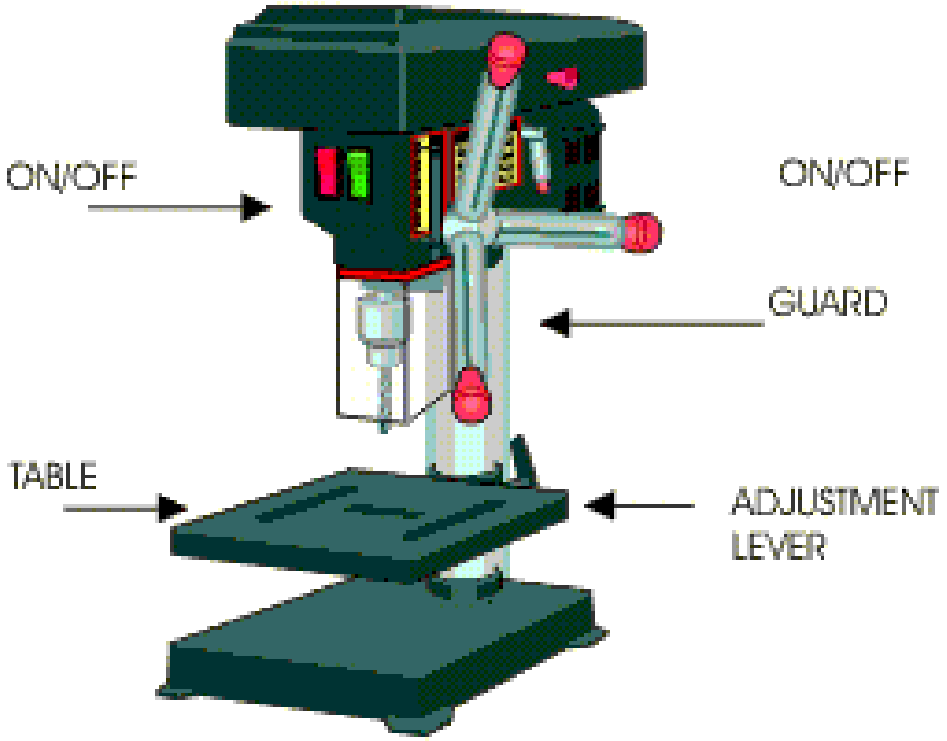
Multi-spindle lathe



https://www.dideo.ir/v/yt/y2dd_G_vjGE/multi-spindle-automatic-lathe-%7C-turning-machine

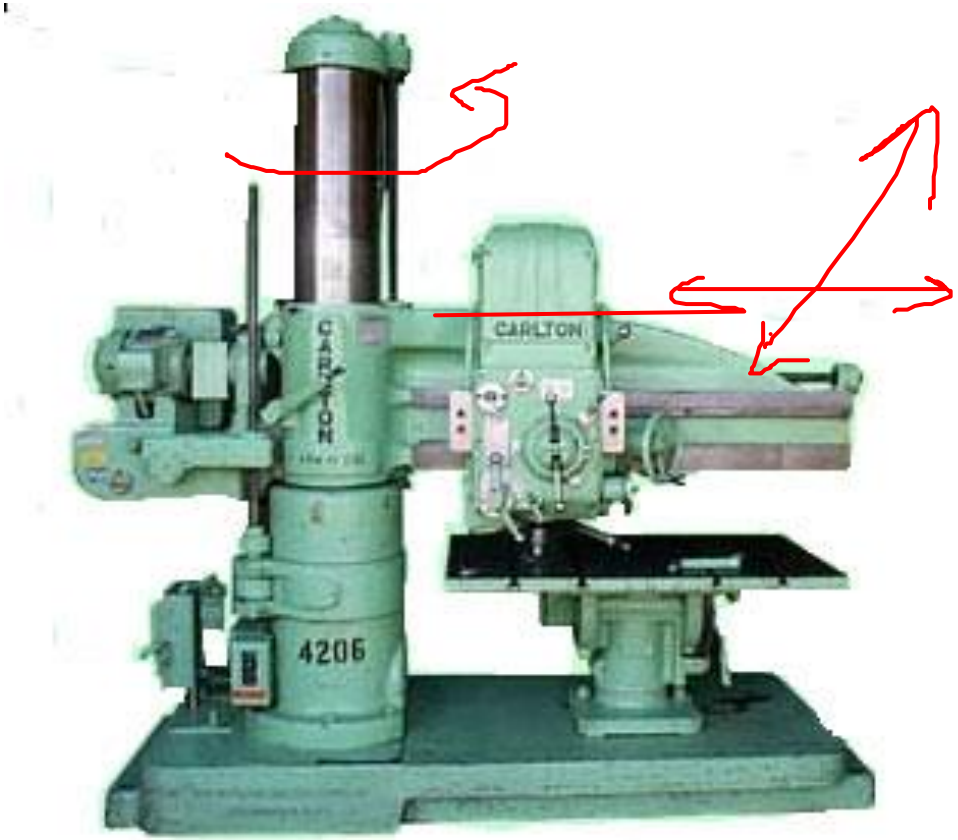
transfer

Bench drill



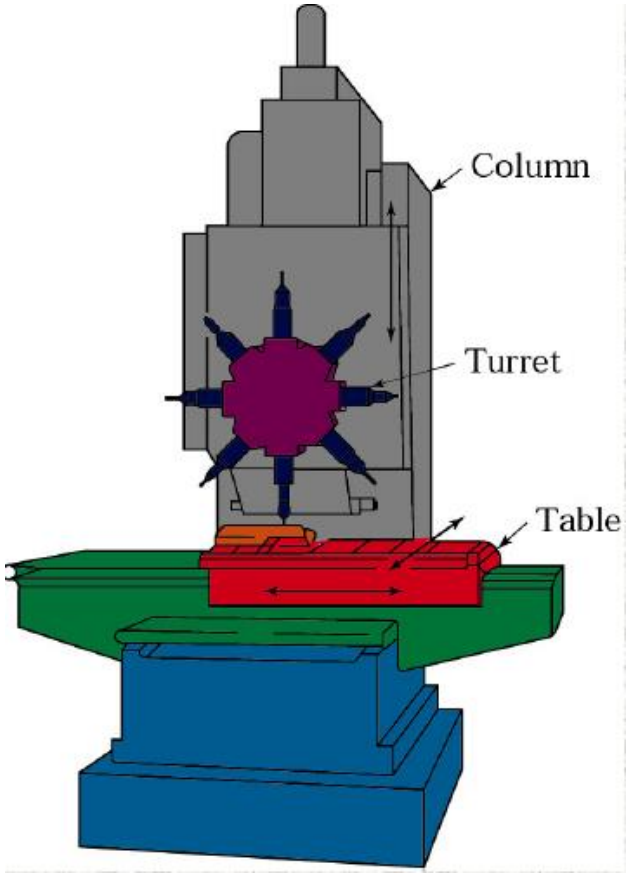
دستگاه مته با اسپیندل های مختلف

دستگاه مته رادیال



Drum turret drill

برای ایجاد سوراخ های متوالی رو یک قطعه در یک موقعیت بسیار دستگاه خوبی است



FW2000
دستگاه سوراخکاری عمیق
Gun Drilling

Abrasive disk sawing machines

عوامل موثر بر طراحی ماشین ابزار

Definition of requirements	*Features of the machine tool and systems*
Workpiece size	*Machine size*
Workpiece geometry	*Milling or lathe, other type*
Removal rate	*Roughing or finishing machine*
Precision	*Assembly, thermal aspects*
Kinematic behaviour	*Element masses, drives*
Batch size	*Automation systems, ATC and APC*
Price	*Life cycle cost analysis*
Selection of the basic mechanism	*Machine degrees of freedom*
Definition of the main motion	*Main motor, workpiece or tool rotation*
Definition of the structure	
Configuration	*Knee, gantry, fixed or travelling column, etc.*
Bed	*Cast iron, polymer concrete, others*
Structural elements	*Cast iron, cast steel, polymer concrete, welded steel*
Guideways selection	*Friction, roller bearings, hydrostatic*
Definition of drive trains	*Drive motors, ball screws or linear motors, couplings*

عوامل موثر بر طراحی ماشین ابزار(ادامه)

Selection and implementation of the CNC control	
Requirements and selection	*Number of axes and interpolation complexity*
Adjustment of CNC to machine	*Machine parameters, axes strokes*
Users interface	*Customization and application oriented interfaces*
Definition of loop controls	
Displacement measurement devices	*Measurement rules and encoders*
Control of each axis	*Kv factor and other axis control parameters*
Basic automation by auxiliary functions	
Sensors and inputs/outputs	*Automated tool change or part change*
PLC programming	*Safety systems*
Machine elements manufacturing and assembly	
Testing and verification	*Roundness tests, ISO tests and test parts machining*

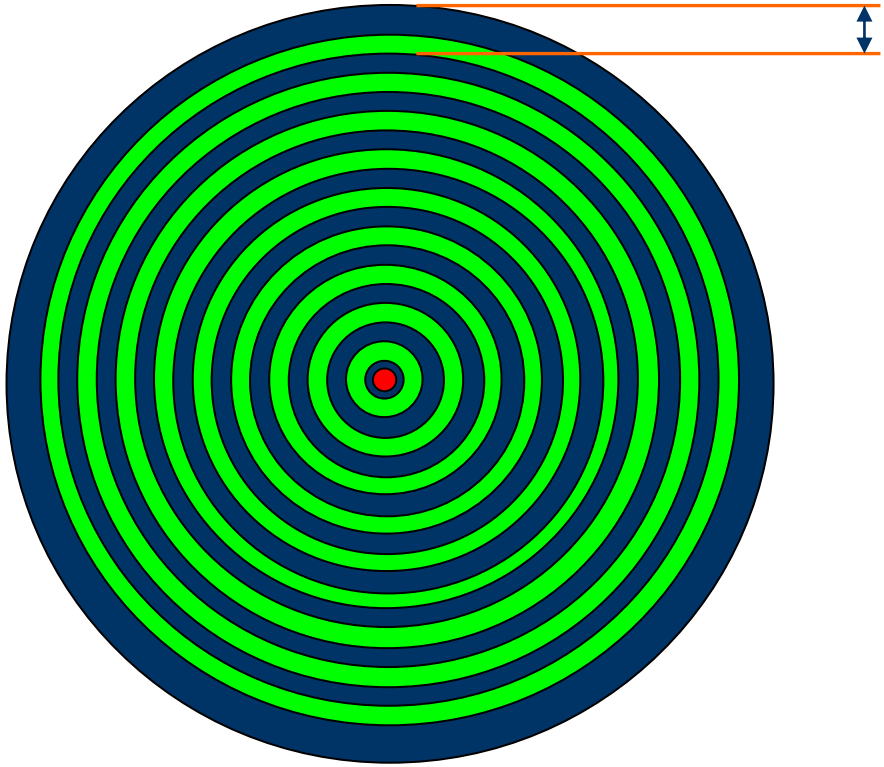
VDI 344

عوامل موثر بر طراحی ماشین ابزار

- **ابعاد قطعه کار:** ابعاد ماشین ابزار باید از بزرگترین ابعاد قطعه کار بزرگتر باشد.
- **هندسه عمومی قطعه:** معمولا برای قطعات استوانه ای از دستگاه تراش و قطعات چندگوش از دستگاه فرز استفاده می شود.
- **جزییات هندسه:** جزییات هندسه قطعه کار پیچیدگی و تعداد محورهای ماشین ابزار مورد استفاده را تعیین می کند.
- **نرخ براده برداری:** در برخی از کاربردها هدف دقت است، در این کاربردها از ماشین ابزاری استفاده می شود که نرخ براده برداری کمی دارد ولی اگر هدف طراحی ماشین ابزاری با حداکثر بهره وری باشد ماشین ابزاری جهت خشن تراشی و کارهای سنگین طراحی می شود.
- **دقت:** دقت ماشین ابزار به عوامل متعددی بستگی دارد. دقت با صحت و تکرارپذیری تفاوت دارد.

Resolution, repeatability and accuracy

حداقل میزان حرکت یک ماشین ابزار

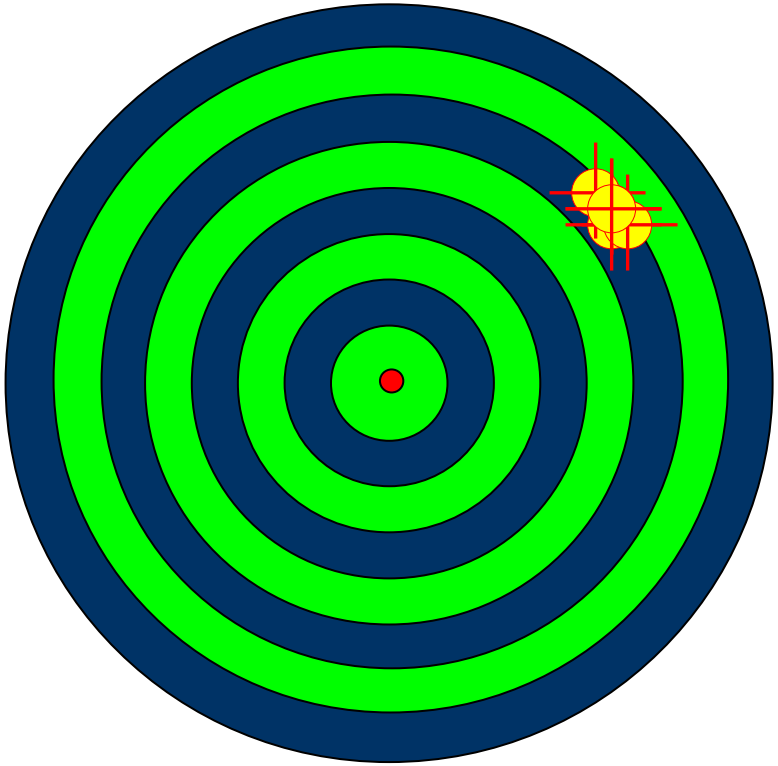


Resolution is the smallest increment that can be seen by the scale system of the machine or measurement device

As resolution increases you improve your focus on the target

Resolution, repeatability and accuracy

تکرارپذیری حرکتی ماشین ابزار

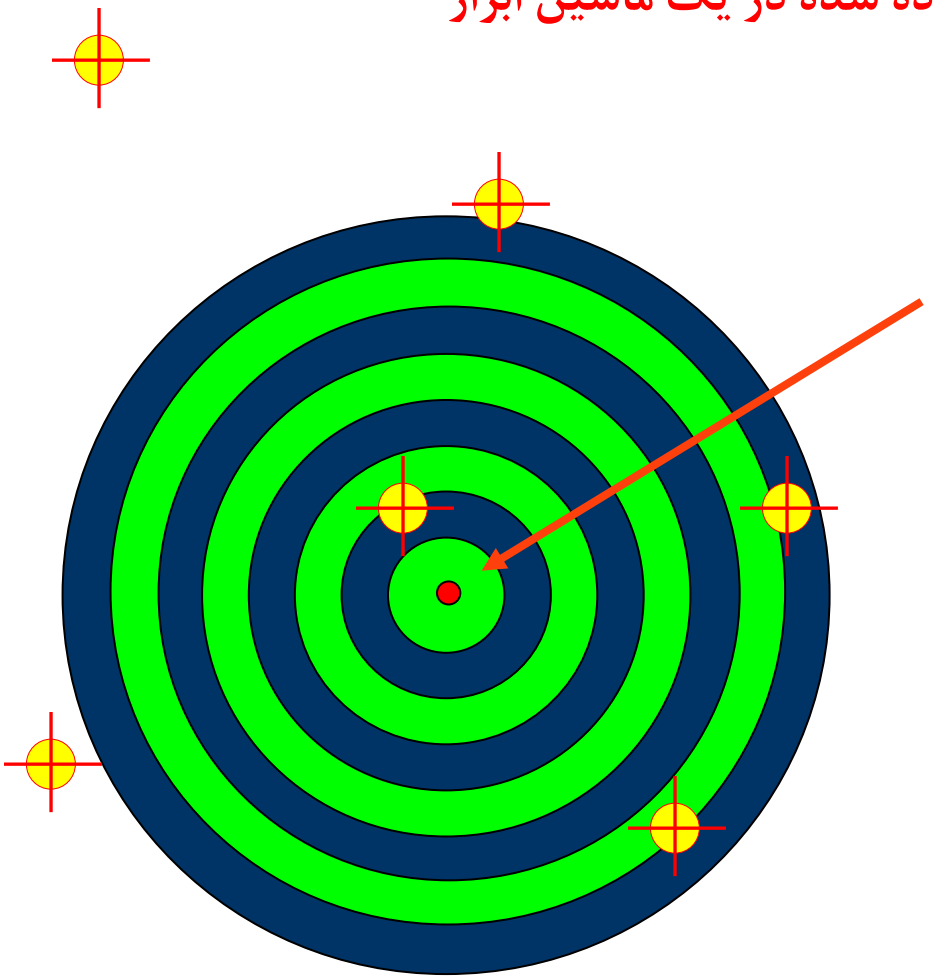


Repeatability is how well the machine goes to a location multiple times

Repeatable errors can be easily compensated with Renishaw technologies

Resolution, repeatability and accuracy

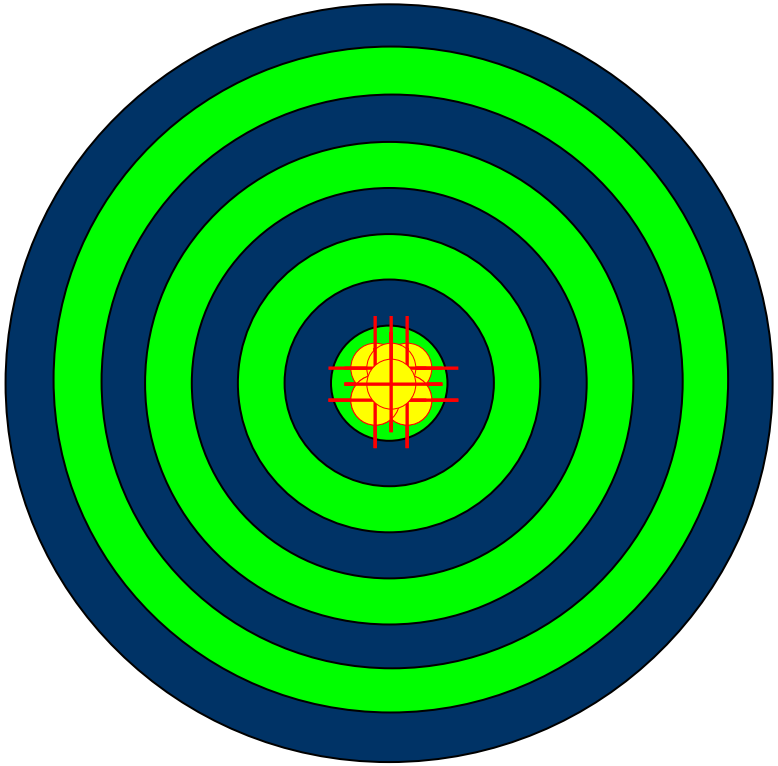
تفاوت حرکت واقعی و حرکت دستور داده شده در یک ماشین ابزار



Accuracy is the ability to move to a precise location

Accuracy on a single part does not guarantee continued accuracy

Resolution, repeatability and accuracy



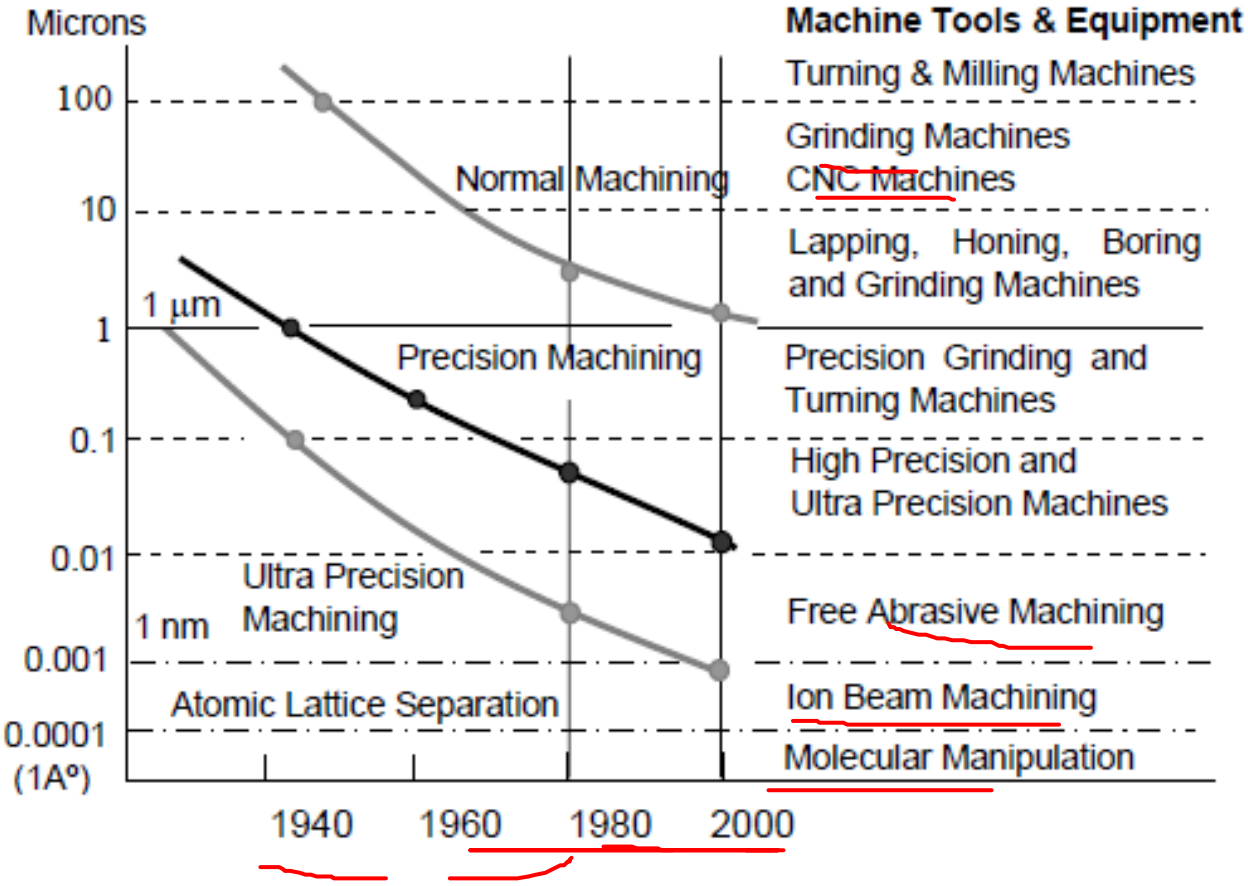
Accuracy and **repeatability** are required to produce quality parts consistently

You need high resolution, repeatable and accurate feedback to improve the process capability of your machine tools

عوامل موثر بر دقت ماشین ابزار

- خطاهای مونتاژ قطعات ماشین
- سفتی دستگاه
- تغییر شکل در اثر ارتعاشات (دمپینگ زیاد اجزای فریم دستگاه و اتصالات)
- اصطکاک و لقی محورها (backlash)
- تغییر شکل اجزای ماشین در مقابل حرارت
- دقت در کنترل مسیر ابزار

محدوده دقتی ماشین های ابزار



مفهوم محورهای حرکتی برای ماشین های ابزار

به تعداد محورهای یک ماشین ابزار کنترل عددی که می تواند به صورت همزمان کنترل شود تعداد محور آن دستگاه کنترل عددی گفته می شود.

به عبارت دیگر صرفا داشتن درجه آزادی یک ماشین در جهات مشخصی کافی نیست و برای تعیین تعداد محور دستگاه، تعداد محورهایی که به صورت همزمان می توانند حرکت کنند ملاک قرار داده می شود.

۳ محور: ۳ محور حرکتی دارد و هر سه همزمان کنترل می شوند.

۲.۵ محور: ۳ محور حرکتی دارد که ۲ تا از آن ها به صورت همزمان کنترل می شوند.

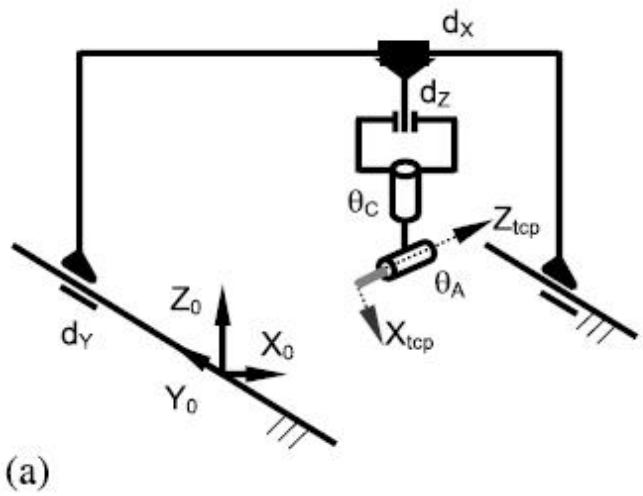
ماشین فرز ۵ محوره

کاربرد:
ماشینکاری پره توربین (پرخوران) توربوشارژ

انواع طراحی های ماشین فرز ۵ محوره

1 سه محور حرکتی خطی + دو محور حرکتی چرخشی در ابزار

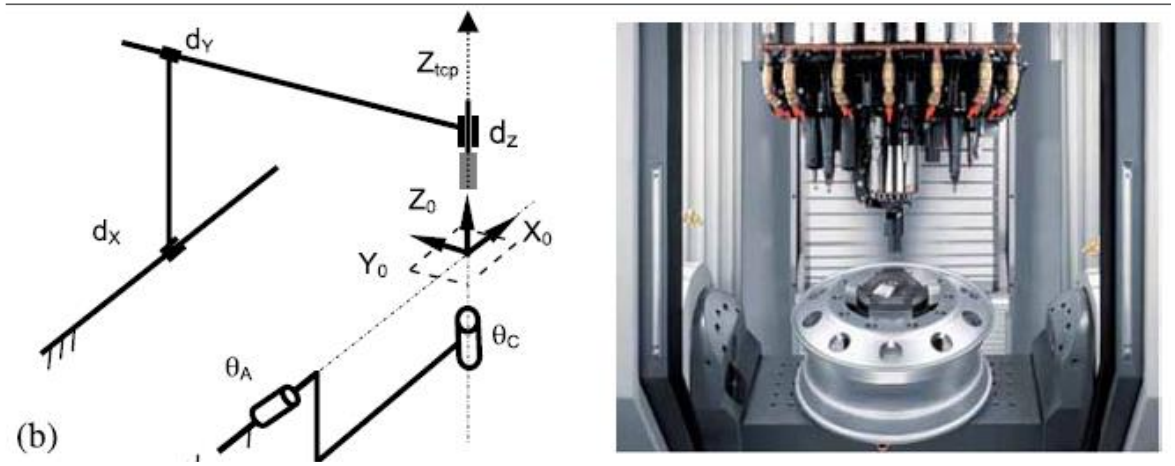
LLLRR

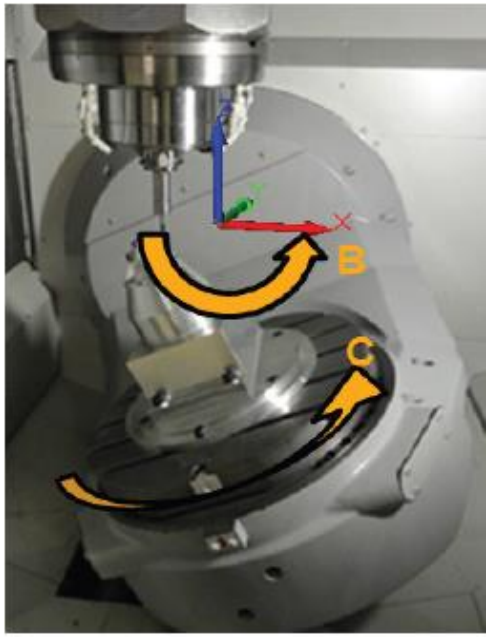


انواع طراحی های ماشین فرز ۵ محوره

2 سه محور حرکتی خطی + دو محور حرکتی چرخشی در قطعه کار

RRLLL



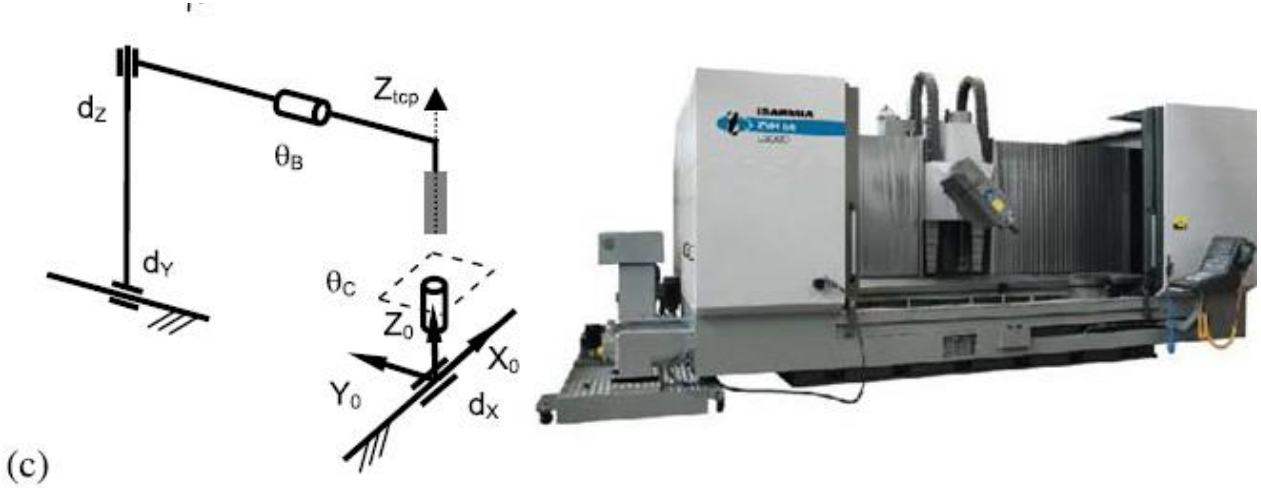


انواع طراحی های ماشین فرز ۵ محوره

RLLLR

3

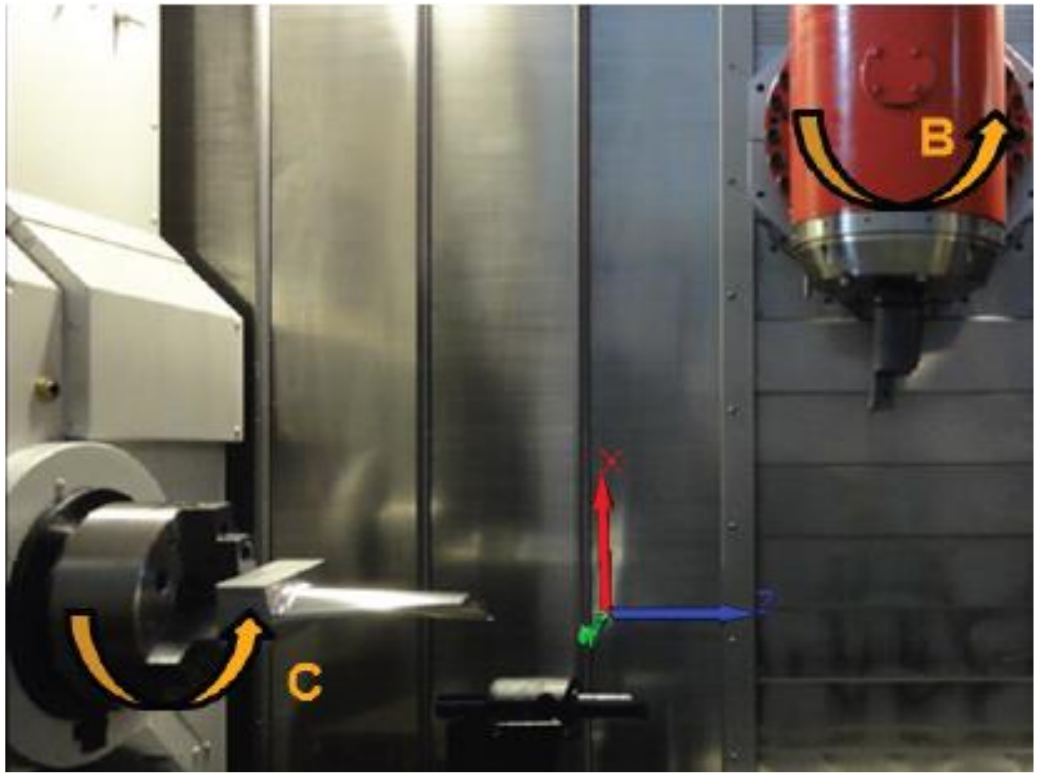
سه محور حرکتی خطی + ۱ محور حرکتی چرخشی در قطعه کار+۱ محور حرکتی چرخشی در ابزار



انواع طراحی های ماشین فرز ۵ محوره

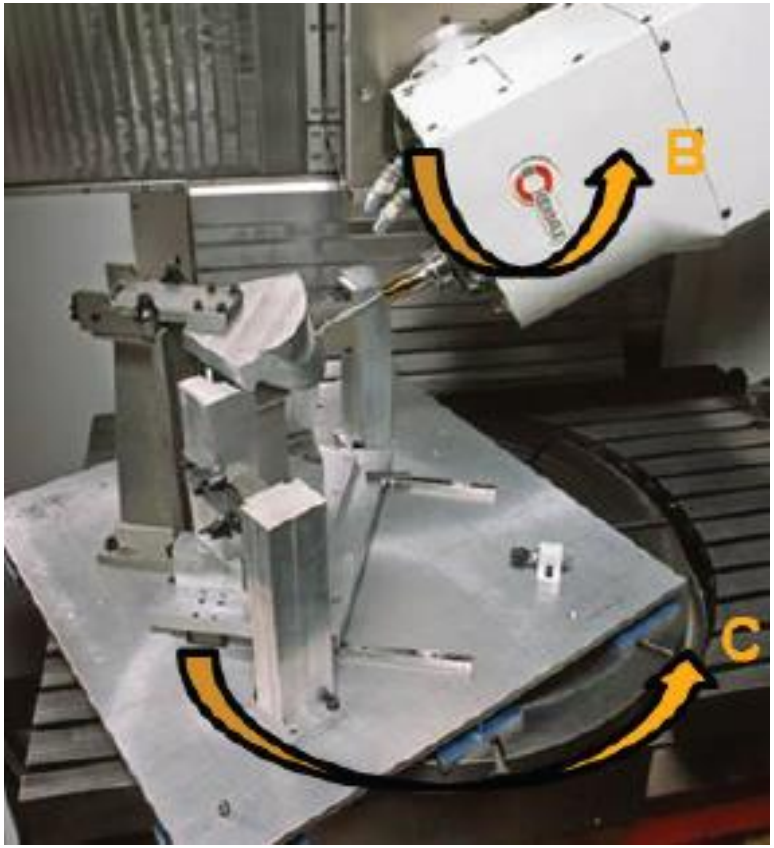
3

سه محور حرکتی خطی + ۱ محور حرکتی چرخشی در قطعه کار+۱ محور حرکتی چرخشی در ابزار



انواع طراحی های ماشین فرز ۵ محوره

3 سه محور حرکتی + ۱ محور حرکتی چرخشی در قطعه کار+۱ محور حرکتی چرخشی در ابزار



پایان جلسه چهارم