

Scheda MACCHINA UTENSILE  
(scheda descrittiva per uso didattico)

## **TORNIO PARALLELO MONARCH**



## Inquadramento generale

Il tornio parallelo è una delle macchine utensili più usate, assieme alle fresatrici, nelle officine e nell'industria meccanica: esso infatti permette di eseguire una grandissima varietà di lavori con utensili che si possono allestire con relativa facilità. Lavora per asportazione di materiale, sotto forma di truciolo, utilizzando un utensile monotagliante, cioè dotato di un unico dente (a differenza di quelli definiti politaglianti utilizzati nelle fresatrici).

La lavorazione fondamentale al tornio parallelo è definita "tornitura" e consiste nella realizzazione di solidi di rivoluzione, cioè di pezzi in cui tutte le sezioni perpendicolari all'asse principale (orizzontale) hanno forma circolare.

Nel tornio il moto principale, o di taglio, è rotatorio ed è posseduto dal pezzo reso solidale all'albero principale della macchina, il mandrino, mentre il moto di alimentazione è posseduto dall'utensile.

Esistono diversi tipi di tornio a seconda delle esigenze di lavorazione ma soprattutto di produzione:

Tornio semplice da legno: tornio nel quale il moto di avanzamento dell'utensile è comandato soltanto a mano;

Tornio parallelo: tornio in cui il moto dell'utensile può essere comandato, oltre che manualmente, anche automaticamente;

Tornio a torretta o a revolver: tornio nel quale gli utensili necessari ad una successione di lavorazioni vengono predisposti radialmente su una torretta che, a comando dell'operatore, ruota intorno al proprio asse portando gli utensili in posizione di lavoro, uno dopo l'altro, secondo l'ordine prestabilito;

Tornio ad utensili multipli: permette una lavorazione simultanea con più utensili, operazione possibile anche con il tornio a revolver.

Tornio automatico: viene utilizzato per la produzione in grande serie, generalmente per componenti ricavabili da barra (pezzi come viti, perni, boccole, vengono completamente finiti al tornio automatico mediante una successione ordinata e prestabilita di operazioni elementari, tutte automatiche);

Tornio "a copiare": in questo tipo di torni il pezzo viene lavorato con un utensile che si muove automaticamente seguendo il profilo imposto da una copia e letto attraverso un tastatore. In questo caso, solitamente, i movimenti sono attuati attraverso valvole dispositivi elettro idraulici;

Tornio verticale: è contraddistinto dall'asse verticale e da una piattaforma porta pezzi orizzontale. Tale soluzione risulta necessaria per la tornitura di elementi di notevole diametro (e quindi peso), come giranti di turbine, pulegge, volani e ruote dentate di grande dimensione;

Tornio frontale: si utilizza per operazioni di sfacciatura su pezzi di grande diametro ma di limitato spessore, come cerchioni, grandi pulegge, ecc.;

Tornio da ripresa (a controllo numerico): è una macchina utensile particolarmente adatta alla produzione in serie in quanto i pezzi vengono introdotti volta per volta nella pinza mentre il ciclo di lavorazione avviene automaticamente e senza interruzioni;

Tornio a controllo numerico: è una macchina utensile di ultima generazione, in grado di eseguire automaticamente complessi programmi di lavoro impostati via computer e di

gestire più utensili e più pezzi. Adatta a lavorazioni seriali, richiede soltanto una programmazione all'avviamento della produzione e l'alimentazione con i pezzi da lavorare.

## 1) Descrizione fisica

### Denominazione:

Tornio parallelo Monarch

### Modello:

16" W

### Targa/matricola/numero di serie:

16838

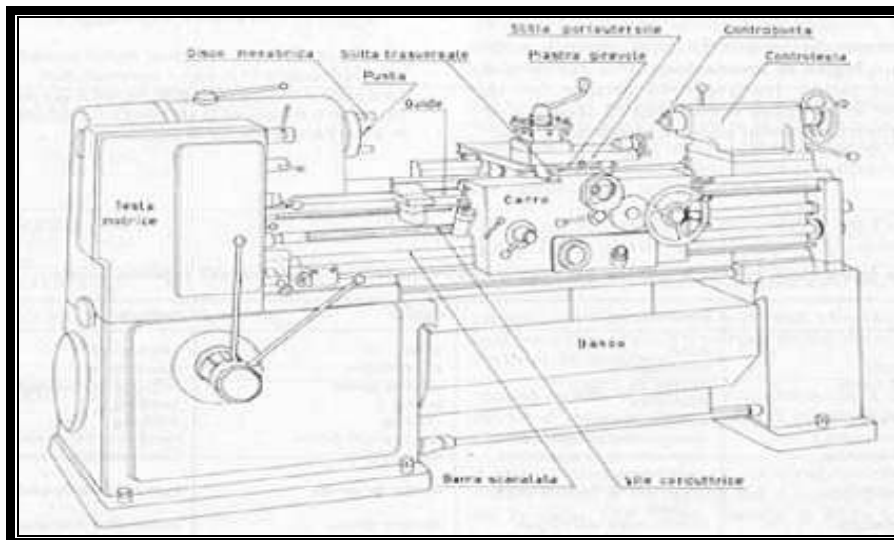
### Ingombri e pesi:

mm 3000 x 1300 x 1350 / q 40

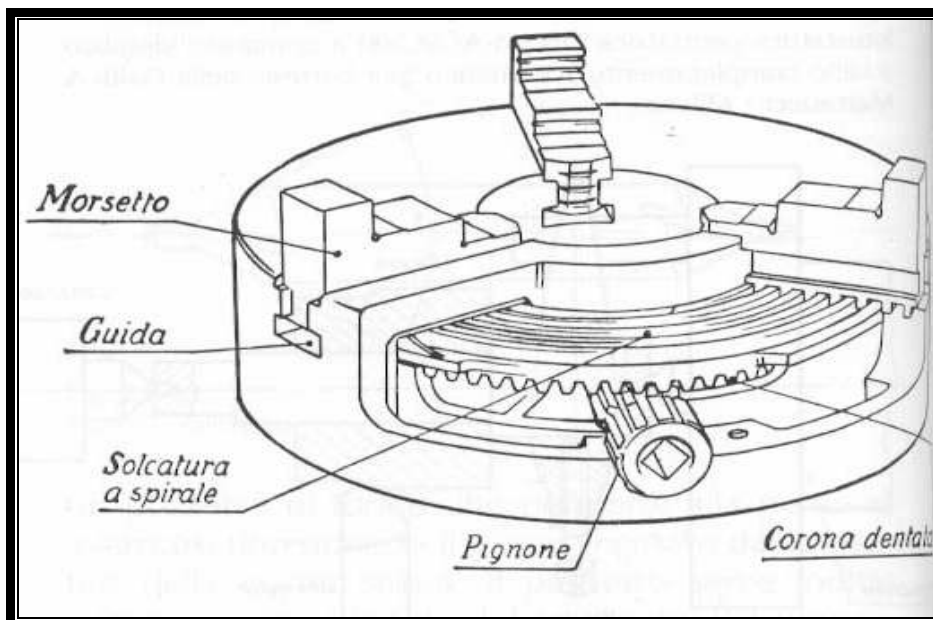
### Principali parti che compongono la macchina:

**banco** o bancale (incastellatura massiccia che costituisce il telaio del tornio, in genere è di ghisa in quanto deve presentare una robustezza tale da non subire deformazioni di torsione sotto la pressione dell'utensile sul pezzo, ha la funzione di sostenere tutte le altre parti e guidare gli spostamenti del carrello utensili e della contropunta); **testa motrice** (contiene pulegge, cambio di velocità e mandrino); **mandrino** (l'albero principale del tornio collegato a cambio e motore ad una estremità, e alla piastra portapezzo all'altra estremità); una **controtesta** (ovvero posizionata dalla parte opposta alla testa) mobile longitudinalmente e trasversalmente che porta la **contropunta** (dispositivo per il sostegno del pezzo in lavorazione sull'estremità opposta del mandrino, per impedire flessioni e vibrazioni durante la rotazione); **cambio di velocità a 16 rapporti** per mandrino, da 17 a 700 giri/minuto; **cambio velocità avanzamenti carrello** di tipo Norton; un **carrello** comprendente i meccanismi per gli spostamenti della **torretta portautensili** (il carrello è costituito da 3 slitte: una slitta per gli spostamenti longitudinali (paralleli all'asse del tornio), una slitta per gli spostamenti trasversali (perpendicolari all'asse del tornio), una slitta posta su piastra girevole attorno ad un asse verticale sulla quale è fissata la torretta porta utensile); **grembiale** (parte anteriore del carrello dove sono posizionati gli organi di comando del dispositivo); **lunetta mobile** (sostegno in corrispondenza dell'utensile per evitare flessioni del pezzo causate dalla pressione di lavoro quando esso ha una lunghezza superiore a circa 12 volte il diametro. E' costituita da una base fissata al carrello in modo che possa spostarsi assieme all'utensile e da un cappello apribile a cerniera); **lunetta fissa** (come quella mobile ma fissata direttamente alle guide del banco); **piattaforma autocentrante** (consente la centratura automatica del pezzo: il serraggio avviene per mezzo di tre cani/morsetti/griffe che si spostano contemporaneamente verso l'asse del tornio, il movimento impresso ai tre morsetti deriva dalla rotazione di una piastra a "spirale di Archimede" all'interno della piattaforma, in tal modo i morsetti sono obbligati a muoversi entro le loro guide simultaneamente. Impropriamente viene spesso chiamata "mandrino"); **piattaforma a morsetti liberi** (come la precedente ma i morsetti, avvicinandosi e allontanandosi radialmente dall'asse

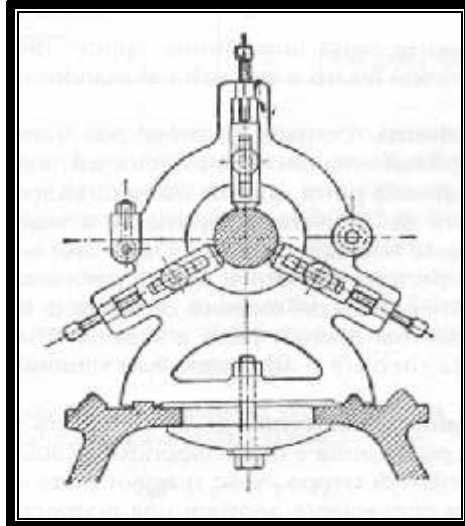
del tornio in maniera indipendente, non garantiscono in automatico il centraggio del pezzo. Si usa per fissare pezzi con sezione non circolare o non simmetrici, oppure per torniture eccentriche. Dopo il fissaggio è indispensabile la centratura del pezzo); **elettropompa** e **condotto** liquido lubrorefrigerante (ottenuto con olio da taglio emulsionato con acqua per abbassare la temperatura nella zona di lavoro, diminuire le dilatazioni per mantenere le tolleranze di lavoro, aumentare la durata degli utensili, migliorare la finitura superficiale dei pezzi in lavorazione. Controindicazioni: l'emulsione unita ai residui della lavorazione genera fenomeni di ossidazione e proliferazione batterica nel serbatoio di raccolta nel basamento).



disegno complessivo con parti principali del tornio



Piattaforma autocentrante vista orizzontalmente



Lunetta fissa

### Caratteristiche tecniche:

Altezza punte: mm 225 / Lunghezza massima tornibile: mm 1370 / Corsa carrello mm 200

### Energia motrice:

1 motore elettrico da 6 CV.

### Principali organi di controllo:

Comandi elettrici di accensione e spegnimento motore; leve cambio di velocità; leve del ritardo; selettore del senso di rotazione del mandrino; comando per l'inversione della direzione di moto dei carrelli lungo le guide longitudinali e trasversali per comandare successive "passate" di tornitura; comandi di impegno/disimpegno dell'avanzamento automatico attraverso barra scanalata o vite; comandi frizione mandrino e avanzamento carrelli;

## 2) Dati storici

### Ditta costruttrice:

The Monarch Machine Tool Co.  
Sidney, Ohio, U.S.A.

### Committente:

Esercito degli Stati Uniti d'America

### Periodo/anno di fabbricazione:

agosto 1942

### **Primo impianto:**

Tornio al servizio delle Forze Armate americane di stanza in Italia durante la Seconda Guerra Mondiale

### **Periodo di funzionamento:**

dal 1942 al 2006

### **Modifiche tecniche rispetto alla macchina originale:**

Trasformato da pollici in millimetri durante l'utilizzo didattico presso l'Istituto Tecnico Industriale Fermo Corni.

### **Proprietari successivi:**

Esercito americano di stanza in Italia durante il Secondo Conflitto Mondiale; Istituto Tecnico Industriale Fermo Corni di Modena (attivo già dai primi anni Venti dello scorso secolo, la sua sede primitiva venne distrutta nel bombardamento aereo del 14 febbraio 1944. L'Amministrazione Comunale, il 2 aprile 1946, ne deliberò la ricostruzione, i lavori iniziarono il 19 ottobre 1950 e terminarono nel 1955); ditta AFS Tech di Modena; Museolaboratorio di Officina Emilia.

## **3) Descrizione funzionale**

### **Tipologia/e di lavorazione:**

Con questa macchina utensile si possono eseguire diversi tipi di lavorazione, secondo la direzione in cui avviene il moto di avanzamento dell'utensile rispetto al pezzo in rotazione: con moto parallelo all'asse del tornio si ottengono superfici cilindriche o filettate (interne o esterne), fori, alesature; con moto perpendicolare all'asse del tornio si ottengono superfici piane, sfacciate, godronature; con moto obliquo all'asse del tornio si ottengono superfici coniche; con la combinazione dei moti si possono ottenere superfici sferiche, a sagoma, ecc. Montando una punta elicoidale al posto della contropunta si possono eseguire anche forature assiali.

### **Modalità di funzionamento:**

Il pezzo da lavorare viene serrato a sbalzo ad un organo di presa che può essere una piattaforma autocentrante o una piattaforma a morsetti indipendenti, la quale a sua volta è avvitata sul mandrino che ha l'estremità filettata. La retta immaginaria che unisce la punta/mandrino alla contropunta si chiama asse del tornio o linea delle punte. La centratura del pezzo in modo che il suo asse di rotazione coincida perfettamente con l'asse del tornio è un aspetto fondamentale e laborioso (servono comparatori e misurazioni accurate, pena lavorazioni coniche anche quando non volute), ecco perché si tende ad usare quando possibile piattaforme autocentranti.

La massima lunghezza di tornitura è data dalla massima distanza realizzabile tra la piattaforma autocentrante e la punta; il massimo diametro tornibile è in funzione della distanza delle punte dal banco del tornio, ovvero dalla distanza tra l'asse del tornio e il banco (struttura portante del tornio).

È possibile selezionare diverse velocità e molto spaziate tra loro per la rotazione dell'albero del mandrino in funzione della natura del materiale da lavorare, dimensioni del pezzo in lavoro, tipo dell' utensile, nonché del tipo di lavorazione (tornitura cilindrica, in piano, o filettatura). Il numero di velocità di rotazione del mandrino per questo tornio è 16, realizzate con un cambio a 4 velocità più gli "ingranaggi di volata e ritardo" che offrono altre 4 riduzioni, per un totale di  $4 \times 4 = 16$  velocità. Quindi per selezionare la velocità del mandrino si utilizzano la leva del cambio di velocità (4 posizioni) e la leva del ritardo (4 posizioni).

Il movimento del carrello portautensili può essere effettuato a mano tramite i volantini di manovra oppure derivato meccanicamente dal movimento principale. I movimenti automatici delle slitte longitudinale e trasversale sono propri del tornio parallelo, mentre la slitta portautensili è soltanto manovrabile a mano: un sistema a cascata di ingranaggi deriva il moto dal mandrino inviandolo ad un cambio di tipo Norton, e da questo al carrello tramite una vite madre ed una barra scanalata, due alberi ruotanti che corrono lungo tutto il basamento della macchina. L'operatore, attraverso comandi di impegno della vite o della barra, può decidere se inviare il moto ai carrelli tramite l'una o l'altra in base alla precisione degli spostamenti, ovvero della costanza del passo: si usa la barra scanalata per la tornitura che non ha grandi esigenze di precisione per il valore di avanzamento, mentre si utilizza la vite madre per realizzare le filettature, lavorazioni che richiedono tolleranze sul passo più ristrette. L'uso prevalente della barra permette di risparmiare l'usura della vite madre, riservandola alla precisione delle filettature. Il rapporto di riduzione della velocità di avanzamento è di grande importanza poiché determina di quanto si spostano i carrelli per ogni giro dell'albero del mandrino: ciò equivale a fissare il "passo" di avanzamento nella creazione di una filettatura, oppure il grado di finitura della superficie tornita (più corto è il passo, ovvero più l'avanzamento è lento per ogni rotazione del mandrino, migliore sarà la finitura del pezzo). I due movimenti automatici/meccanici possibili (longitudinale e trasversale) non possono essere derivati simultaneamente: se uno di essi avviene automaticamente, l'altro, se è simultaneo, si può ottenere soltanto con comando a mano. Sulla slitta portautensili è fissata la torretta portautensili, il sistema di fissaggio dei ferri da taglio. La torretta è costituita da un blocchetto in acciaio lavorato: nella versione a cambio rapido consente il cambio veloce dell'utensile, altrimenti il montaggio dell'utensile deve essere eseguito bloccandone il gambo, attraverso delle viti sulle apposite scanalature fresate sulla torretta stessa, con la necessità di ripetere l'operazione ad ogni sostituzione di utensile. La punta dell'utensile, generalmente, deve essere alla stessa altezza dell'asse del tornio in quanto il piazzamento dell'utensile ad altezze diverse da quelle dell'asse può generare slittamenti o impuntamenti dovuti alle flessioni, anche impercettibili, dei materiali.

La controtesta, che porta la contropunta perfettamente allineata con l'asse della macchina, può in certi casi essere spostata trasversalmente di una piccola entità con una chiave di manovra o piccoli spessoramenti. In tal modo l'asse di rotazione del pezzo non sarà più parallelo alle guide del bancale, e così si potranno realizzare torniture di debole conicità, utili in certi casi per favorire l'accoppiamento tra pezzi lavorati.

Alcuni esempi di procedure di lavorazione al tornio parallelo:

Nella **tornitura cilindrica**, ovvero nella riduzione del diametro del pezzo alla misura desiderata eseguendo le necessarie "passate" di utensile, solitamente si inizia con passate di sgrossatura eseguite a media velocità, medi avanzamenti e forti penetrazioni con l'utensile sgrossatore, che ha tagliente rettilineo e punta a spigolo. Ci si avvicina al diametro voluto lasciando alcuni decimi di millimetro, poi si termina il lavoro con una o più passate di finitura a velocità maggiore ed avanzamento inferiore rispetto alla sgrossatura,

utilizzando un utensile finitore con la punta avente un piccolo raggio di curvatura. In questo tipo di lavorazione è molto utile azzerare il nonio del volantino del carrello trasversale per poter valutare la misura del diametro raggiunto senza doverla controllare frequentemente con il calibro a corsoio.

Per la tornitura in piano, o **sfacciatura**, si utilizza un apposito utensile a coltello, manovrando il volantino del carrello trasversale e bloccando invece il carrello longitudinale. L'avanzamento può essere eseguito in automatico oppure manualmente. In questa lavorazione l'utensile deve essere posizionato necessariamente alla stessa altezza dell'asse del tornio, altrimenti non si riuscirà a completare la sfacciatura e rimarrà un "codolino" sporgente al centro del pezzo. Dal momento che la velocità di taglio diminuisce dall'esterno verso il centro del pezzo a causa del diminuire del raggio, per ottenere il miglior grado di finitura possibile è raccomandabile diminuire proporzionalmente anche l'entità del valore dell'avanzamento.

Per eseguire **torniture coniche** si può procedere in due modi: per ottenere una debole conicità, montando il pezzo tra punta e contropunta si può spostare trasversalmente quest'ultima di una certa entità e proseguire il lavoro come nella tornitura cilindrica; per torniture a forte conicità si utilizza il movimento della slitta portautensili, procedendo a mano dopo averla sboccata e ruotata di un angolo pari alla metà della conicità voluta mediante la scala divisa in gradi posta alla base della slitta, normalmente fissata sullo zero. Nel caso in cui sul progetto del pezzo non sia riportato l'angolo di conicità necessario alla lavorazione, ma siano indicati i diametri di base maggiore e minore assieme all'altezza del cono, si dovrà utilizzare una formula trigonometrica per ricavare l'angolo di conicità.

Operazioni di **foratura** possono essere eseguite sostituendo alla contropunta un mandrino da trapano con punta elicoidale. Il primo foro deve essere eseguito necessariamente con una specifica punta "da centro" per creare l'invito conico, dopodiché si può proseguire con punte elicoidali da trapano per allargare il diametro di foratura e/o per renderla più profonda. La controtesta viene bloccata alle guide e l'avanzamento di lavoro avviene girando a mano il volantino che muove il canotto che porta il mandrino. Un sistema più sofisticato per eseguire forature al tornio è quello di montare le punte elicoidali su un apposito portautensili montato sulla torretta portautensili del carrello, con il vantaggio che l'avanzamento della punta è ottenuto inserendo il movimento automatico del carrello longitudinale. Questo sistema risulta quindi più pratico e veloce quando si devono eseguire molte forature in successione, senza la necessità di girare a mano il volantino della controtesta.

Per certi tipi di lavorazione può essere necessario procedere all'allargamento del foro, magari con un elevato grado di finitura superficiale: vengono utilizzati a questo scopo appositi **utensili alesatori** che, introdotti nel foro e spostati trasversalmente verso l'esterno con più passate, condizionano il foro nella misura e con la finitura desiderata. Limite alle operazioni di alesatura con torni paralleli è la profondità di lavoro: a fori da alesare profondi, corrispondono utensili con gambi lunghi, quindi elastici, più fragili, con maggiore difficoltà nel mantenere le misure e le tolleranze impostate.

La **filettatura**, ovvero la realizzazione di filetti, è tra le operazioni al tornio che richiedono più attenzione e perizia. Per questa lavorazione è necessario predisporre la macchina per l'avanzamento del carrello pari al passo della filettatura che si intende realizzare. Ciò si ottiene selezionando tramite le leve del cambio degli avanzamenti gli opportuni rapporti di riduzione, numerosi ed ovviamente legati alla velocità di rotazione del mandrino, seguendo le indicazioni delle tabelle di macchina in prossimità del cambio Norton. L'utensile per filettare deve essere montato perfettamente perpendicolare all'asse di rotazione della macchina, e deve essere scelto in base al corretto angolo di punta (es. 60° per le



filettature metriche ISO e le americane Sellers NC e NF, oppure 55° per le inglesi Withworth BSW - BSF e le Gas BSP). È importante praticare sul pezzo da filettare, dove è previsto il termine della filettatura, una gola definita "di scarico" con diametro pari a quello interno della filettatura, al fine di non far ingranare la punta dell' utensile dentro il pezzo in lavoro quando si ferma la rotazione del pezzo, al termine di ciascuna passata. A questo punto si può impegnare con gli appositi comandi il carrello con la vite madre. Predisposta in tal modo la macchina, è possibile attivare la rotazione del mandrino e avviare tramite l'apposito comando la rotazione della vite madre. La punta dell'utensile, in base alla profondità di passata, disegnerà una traccia elicoidale sul pezzo col passo precedentemente impostato. Quando l'utensile raggiunge la gola di scarico, si disinnesta la rotazione della vite madre e si arresta l'avanzamento del carrello. Utilizzando la leva di innesto e di inversione di moto della vite madre si riporta indietro il carrello alla posizione di inizio per una seconda passata. Fatta l'ultima passata di taglio, si possono eseguire un altro paio di passate di finitura (quindi senza ulteriore penetrazione) per lisciare i fianchi del filetto, infine, disimpegnando il carrello dalla vite madre e aumentando la velocità di rotazione, è possibile rifinire la cresta dei filetti con della tela smeriglio.

Un tipo di lavorazione con la quale non si asporta metallo, ma si incidono sulla periferia del pezzo delle sottili linee per renderla ruvida ed adatta ad una buona presa manuale, si chiama **godronatura** (si usa in genere per pomelli, impugnature, volantini di manovra ecc.). Montando sulla torretta portautensili un apposito utensile godronatore munito di rotelle con rilievi periferici, è possibile incidere il pezzo in lavorazione con la pressione delle rotelle comandata manualmente dal volantino dell'asse trasversale.

Con il tornio è possibile eseguire anche delle lavorazioni di rettifica di pezzi a sezione circolare, sia esternamente che internamente: sulla slitta portautensili viene montata una "**testa a rettificare**", ovvero un motore elettrico ad alta velocità su cui possono essere montate delle piccole mole da rettifica, mentre il mandrino col pezzo viene fatto girare a bassa velocità.

La velocità di taglio nei torni non è data semplicemente dalla velocità di rotazione del mandrino (come per esempio può essere nelle fresatrici), bensì, dal momento che il pezzo in lavorazione ruota assieme al mandrino, essa è definita dalla velocità periferica del pezzo e per questa ragione è influenzata dal diametro del pezzo stesso. Di conseguenza la scelta della velocità di taglio da impostare sulla macchina deve tener conto del diametro del pezzo, secondo la formula:

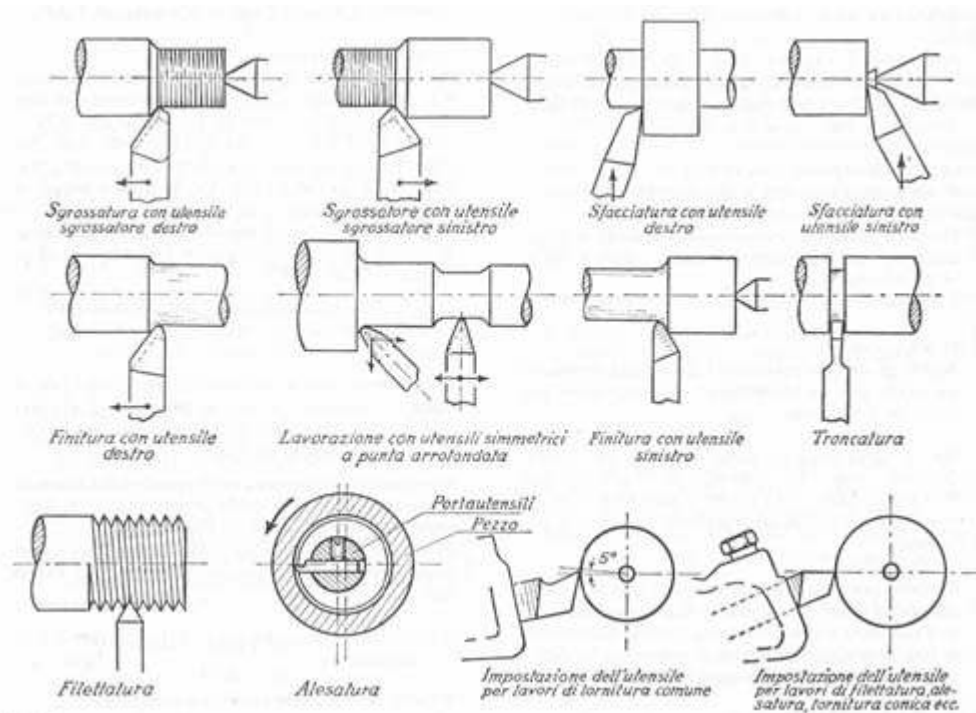
$$V = \frac{\pi \text{ greco} \times D \times N}{1000}$$

con D = diametro pezzo; N = numero giri mandrino e V = velocità di taglio.

La velocità di taglio dipende da diversi fattori, in particolare dalla qualità del materiale da tornire, ma anche dal tipo di materiale utilizzato per l'utensile, dal raffreddamento dello stesso, dal tipo di finitura desiderato, dal valore degli angoli di taglio dell'utensile, e da altri ancora. La scelta della velocità di lavoro ha la massima importanza perché da essa consegue il buon sfruttamento della macchina in termini di miglior rendimento possibile, miglior risultato sul pezzo finito, e minor tempo di esecuzione di un dato lavoro: ha dunque un peso rilevante sugli aspetti economici della lavorazione.

Decisa la velocità di lavoro più idonea, occorre calcolare la velocità ottimale del mandrino in funzione del diametro del pezzo. Per tale calcolo viene utilizzato il cosiddetto "diagramma a ventaglio", molte volte riportato dal costruttore a bordo macchina: esso ha sulla scala orizzontale i diametri di tornitura, sulla scala verticale le velocità di lavoro in

metri/minuto. Dato un certo diametro di tornitura e scelta la velocità di lavoro come precedentemente detto, incrociando i due valori si otterrà un punto sul diagramma: la retta inclinata che passa più vicino al punto è quella che individua i giri mandrino ottimali.



#### 4) Contestualizzazione della specifica lavorazione nel ciclo produttivo completo (percorso di senso: dal pezzo grezzo all'artefatto):

Alla materia prima, il metallo, può esser data forma attraverso due procedimenti distinti che possono verificarsi indipendentemente l'uno dall'altro, ma che nella maggior parte dei casi convivono e risultano consecutivi: la deformazione plastica e la lavorazione per asportazione. Attraverso il processo di fusione e colata in opportuni stampi si ottengono pezzi grezzi che hanno forma e caratteristiche grossolane, a questo punto il pezzo può essere trasformato attraverso processi di deformazione plastica, oppure, o successivamente, venire sottoposto al perfezionamento delle sue caratteristiche attraverso lavorazioni per asportazione di sovrametallo, cioè parte del pezzo da eliminare per conferirgli forma e funzione finale. Le lavorazioni di trasformazione plastica sono ad esempio la fucinatura, forgiatura, laminazione, piegatura e termoformatura. Alla fine di queste operazioni il pezzo viene indirizzato verso le lavorazioni per asportazione alle macchine utensili, tra le quali anche il tornio. Le lavorazioni al tornio provvedono a conferire al pezzo il suo dimensionamento preciso e le caratteristiche necessarie all'accoppiamento con altri pezzi. Successivamente possono essere svolte lavorazioni di unione quali saldatura, incollaggio o calettamento di parti componibili.

A questo punto il pezzo può considerarsi terminato per quanto riguarda le sue caratteristiche morfologiche, rimanendo da eseguirsi, eventualmente, trattamenti

superficiali e/o modifiche delle caratteristiche fisiche del materiale quando gli utilizzi del pezzo finito richiedono particolari prestazioni e resistenze.

Terminate tutte le lavorazioni il pezzo è pronto per l'assemblaggio, cioè la collocazione nella sede di lavoro dove resterà per tutto il suo ciclo di vita.

Riepilogo indicativo delle lavorazioni:

FUSIONE - TRASFORMAZIONE PLASTICA – *LAVORAZIONI PER ASPORTAZIONE* – LAVORAZIONI DI UNIONE - TRATTAMENTO SUPERFICIALE – MODIFICA DELLE CARATTERISTICHE FISICHE – ASSEMBLAGGIO.

## 5) Piano dinamico dell'evoluzione tecnico-produttiva (le lavorazioni)

**Fase precedente (come venivano eseguite le stesse lavorazioni precedentemente all'introduzione della macchina in questione):**

Il tornio è una macchina utensile di origine antichissima, si può dire nata con l'uomo ed evolutasi poi in maniera sbalorditiva. Il principio meccanico sfruttato dal tornio è stato utilizzato fin dalla preistoria: far ruotare sul suo asse un oggetto per poterlo modellare asportando materiale in maniera più veloce ed omogenea rispetto alla semplice lavorazione manuale grazie al vantaggio di poter tenere fermo l'utensile anziché doverlo muovere ripetutamente senza guide. In altri termini si tratta di uno strumento che permette di far ruotare il pezzo mentre l'utensile agisce su di esso restando fermo, saldo nelle mani dell'operatore (ad esempio per lavorazioni di materiali duttili come argilla o legno) o fissato su un supporto (per la tornitura dei metalli). Il medesimo principio ha dato vite parallele a due tipologie di macchine: i torni da vasaio e i torni per modellare materiali rigidi e più resistenti. Per quanto riguarda i primi, si trattava di due dischi di legno fissati alle estremità di una colonna verticale (a differenza del tornio per materiali solidi definito "parallelo", dove la rotazione avviene sull'asse orizzontale) che poteva ruotare all'interno di un foro in un tavolo: l'artigiano, facendo ruotare con i piedi il disco inferiore trasmetteva la rotazione a quello superiore su cui era posata l'argilla da lavorare.

Per quanto riguarda i secondi, invece, i più antichi strumenti paragonabili al tornio si basavano sull'azione dell'arco per mettere in rotazione l'oggetto da lavorare, lo stesso principio sfruttato per la realizzazione dei primissimi trapani: la corda dell'arco veniva avvolta intorno al pezzo da lavorare e, spingendo l'arco avanti e indietro, veniva fatto girare nei due sensi il pezzo al quale veniva contemporaneamente accostato un altro oggetto affilato per imprimergli la forma voluta.

Già verso il 500 a.C. venne introdotto il tornio a balestra, nel quale il moto rotatorio era ancora alternato ma la corda avvolta intorno al pezzo aveva un'estremità fissata a un pedale e l'altra assicurata ad una molla a balestra che provocava "automaticamente" il richiamo delle rotazioni. In questo modo l'operatore aveva le mani libere per lavorare, potendo far funzionare l'apparecchio con la pressione alternata del piede. Durante il Medioevo e negli anni seguenti il tornio fu oggetto di continui miglioramenti, fino ad ottenere il moto di rotazione continuo, e non più alternato nei due versi, grazie all'introduzione di cinghie e pulegge che derivavano il moto da ruote idrauliche o all'abbinamento con un sistema biella-manovella azionato a pedale, una soluzione introdotta precedentemente per il funzionamento di macchine come la sega idraulica o le

pompe per il sollevamento dell'acqua. Documentazione di questo tipo di tornio appare nel Codice Atlantico di Leonardo da Vinci. I torni a balestra e a biella-manovella sono rimasti in uso fino a epoca recente: ad esempio, in alcuni paesi intorno al Lago di Como, artigiani lavorano ancora il legno mediante torni a balestra. All'energia motrice manuale si affiancarono, venendo progressivamente a sostituirla, l'energia idraulica, il motore a vapore ed infine l'energia elettrica.

Le strutture ed i telai delle progenitrici delle macchine utensili erano in legno, materiale di facile reperibilità e soprattutto di facile lavorazione manuale, ma per quanto correttamente venisse progettata e costruita, la macchina in legno non poteva non essere una buona macchina: il gioco negli assemblaggi, gli attriti e l'usura elevata delle parti mobili erano inconvenienti di difficile superamento. Questi macchinari marciavano in modo incerto, impreciso e a sbalzi, si deterioravano rapidamente e non potevano sopportare sforzi eccessivi: le rotture erano frequenti, gli arresti per riparazioni o modifiche continui, limitando i volumi di produzione e conservando costi di produzione entro valori pre-industriali. È perciò possibile spiegare con tali difficoltà lo scarso sviluppo del macchinismo che pure, dopo la messa a punto delle innovazioni del Rinascimento, avrebbe avuto ampie prospettive come documentato dalle tavole dell'Encyclopédie di Diderot.

La necessità di disporre di macchinari più robusti ed affidabili stimolò la lavorazione del metallo ed il suo impiego per la realizzazione delle macchine utensili stesse. La lavorazione del metallo, eseguita con attrezzi a mano era più lunga e quindi molto più costosa di quella del legno, inoltre gli utensili per la lavorazione manuale dei metalli non erano in grado di fornire gli stessi risultati dal ferro che si potevano ottenere con il legno. La comparsa dell'acciaio al crogiolo, a metà del XVIII secolo, aprì definitivamente la strada alla realizzazione di macchine utensili in metallo, secondo un processo storico opposto a quello, ad esempio, del settore tessile: è l'introduzione delle macchine a favorire lo sviluppo dell'industria del ferro e non viceversa.

Le prime macchine utensili moderne furono il trapano ed il tornio. I primi torni in ferro risalgono appunto alla metà del XVIII sec., anni in cui si iniziò anche ad applicare al tornio la forza motrice del motore a vapore in sostituzione della forza prodotta dalle ruote idrauliche che teneva vincolate le officine meccaniche alle sole zone geografiche in cui vi fosse disponibilità di corsi d'acqua con la necessaria forza cinetica. In un susseguirsi di numerosi perfezionamenti successivi dei macchinari, nel 1772 nascono ad esempio le prime macchine per alesare di Wilkinson, può essere preso come punto di riferimento nella costruzione dei torni moderni il modello realizzato dall'ingegnere inglese Henry Maudslay che, nel 1797, costruì il primo tornio a vapore per la maschiatura (esecuzione di un filetto elicoidale in un foro cilindrico attraverso la rotazione e l'avanzamento di un utensile cilindrico dotato di taglienti) e altre lavorazioni, il quale contribuì alla diffusione delle navi in ferro, alla realizzazione delle locomotive a vapore e alla diffusione del sistema ferroviario. Verso la metà del XIX sec. l'ingegnere industriale inglese Joseph Whitworth realizzò a Manchester il tornio per la filettatura delle viti, una lavorazione che porta ancora oggi il suo nome. Tra il 1855 e il 1895 vennero realizzati i primi torni a torretta portautensili (dall'inglese Henry Stone), i primi torni automatici e con possibilità di portare più utensili per lavorazioni in serie (un altro inglese, C. M. Spencer).

Con il diffondersi dell'energia elettrica le officine furono poi dotate di macchine utensili in grado non solo di ottenere maggiori precisioni di lavoro, ma anche di ridurre sensibilmente, rispetto al periodo precedente, la fatica ed i tempi per la realizzazione dei manufatti.

## Fase successiva (come verranno eseguite le stesse lavorazioni grazie alle innovazioni introdotte successivamente):

Il tornio parallelo nelle sue prerogative di base rimane una macchina identica a se stessa: pezzo da lavorare in rotazione rispetto all'utensile, lavorazioni longitudinale, trasversale e, meno praticata, conica. Per attrezzerie, piccole officine ed artigiani il tornio parallelo manuale rimane ancora oggi una macchina importante poiché permette la realizzazione e la modifica con elevata precisione di pezzi unici, campioni, prototipi o piccole serie, permette la lavorazione fine e "creativa" da parte dell'attrezzista, del tecnico specializzato finalizzata allo studio, preparazione e collaudo di pezzi speciali.

Per quanto riguarda invece l'aspetto industriale del tornio, relativo ai volumi di produzione e l'ottimizzazione del rapporto tra pezzi prodotti e tempo impiegato, i torni hanno subito modifiche volte a diminuire i tempi morti e velocizzare le lavorazioni, al fine di rendere le lavorazioni più vantaggiose in termini di resa economica.

I torni "a copiare" permettono attraverso degli appositi "tastatori" di riprodurre il profilo, la sagoma di un pezzo campione senza la necessità di impostare manualmente le operazioni che la macchina deve effettuare, limitando le perdite di tempo dovute a questa operazione. In questo caso valvole ed elettrovalvole di un sistema idraulico imprimono al carrello i movimenti letti dallo spostamento del tastatore sul campione.

I comandi a controllo numerico (CN) permettono l'impostazione della macchina senza dover agire sui noni dei volantini, ma impostando direttamente i valori numerici degli spostamenti desiderati: tale sistema di programmazione, oltre alla maggiore precisione e sicurezza nelle lavorazioni, permette anche una maggiore velocità d'impostazione che non necessita di regolazioni fini al nonio, o di successive continue letture dei valori.

Ancora più evoluto e facilitante è il sistema di controllo numerico assistito a computer (CNC), dove è inoltre possibile impostare un programma con una serie di operazioni successive (spostamenti carrello, velocità di avanzamento, velocità di taglio, numero passate, profondità, ecc.) che la macchina andrà ad effettuare in automatico fino al raggiungimento della lavorazione completa del pezzo. In questo caso il lavoro richiesto all'operatore è l'alimentazione della macchina (l'inserimento del pezzo da lavorare, l'eventuale sostituzione degli utensili, ed il prelievo del pezzo lavorato).

Una volta che il tornio è stato programmato attraverso il CNC, esso procede in automatico per tanti cicli di lavorazione quanti sono i pezzi da realizzare, permettendo così una vera e propria produzione in serie. Ancora però rimangono spazi per l'ottimizzazione della lavorazione: per migliorare anche questi ultimi aspetti esistono torni dotati di una torretta che porta più utensili che il tornio stesso provvede a sostituire in automatico durante le operazioni di tornitura secondo le esigenze della lavorazione in via di esecuzione; vi sono inoltre torni in cui anche il pezzo da lavorare è collocato su un caricatore porta pezzi, opportunamente posizionato, in modo che sia possibile prelevare dal caricatore e fissare automaticamente alla macchina il pezzo da lavorare tramite braccio meccanico. In tali torni le lavorazioni avvengono in continuo (con effetti rilevanti sui volumi di produzione e sulla resa delle singole macchine) e senza l'ausilio dell'operatore la cui funzione è quella di predisporre il ciclo di lavoro e supervisionare il corretto svolgimento di tutte le funzioni della macchina (permettendo un innalzamento notevolmente della qualità della vita sul luogo di lavoro degli operatori, allo stesso tempo favorendo la diminuzione della fatica fisica, del contatto con materiali e liquidi, e di conseguenza dei rischi di infortunio).

La velocità e la precisione di tali operazioni di sostituzione automatica sono le variabili su cui, generalmente, si gioca l'evoluzione tecnica dei torni paralleli universali, ovvero idonei a più tipologie di lavorazioni, mentre torni speciali, dedicati a singole lavorazioni specifiche,

possono seguire strade per l'evoluzione diverse, legate alle problematiche delle specifiche lavorazioni per le quali sono stati realizzati (pesi e/o dimensioni elevate, malagevolezza o ripetitività delle lavorazioni, come ad esempio nella tornitura di parti di motori navali, alberi di trasmissione dalle dimensioni imponenti, turbine, profili complessi, ecc.).

## 6) Piano dinamico dell'evoluzione della specifica macchina (le macchine):

Non sono al momento disponibili dati sull'evoluzione del tornio in oggetto, mancando informazioni sulla produzione Monarch dell'epoca, da reperirsi presso fonti di documentazione estere.

## 7) Aspetti di adeguamento alle norme antinfortunistiche

I principali fattori di rischio nelle operazioni di tornitura sono: indumenti che si impigliano nelle sporgenze dei morsetti della piattaforma porta pezzi o in altre parti scoperte in rotazione (pezzo in lavorazione e, specialmente nei torni più vecchi, nella vite e barra scanalata lungo le guide del bancale) con conseguente trascinarsi nella rotazione; proiezione, per effetto della forza centrifuga, di materiale proveniente dal pezzo in lavorazione o di parti dell'utensile a seguito di rottura accidentale; contatti accidentali con la contropunta; avviamento non voluto della macchina, specialmente nei torni di vecchia costruzione dove il comando di innesto del moto del mandrino è del tipo con frizione a leva sporgente; schiacciamento degli arti in caso di interferenza con parti in movimento e in caso di caduta accidentale della piattaforma porta pezzi durante la sua sostituzione; schizzi di liquido lubrorefrigerante negli occhi.

Di conseguenza gli infortuni che potrebbero verificarsi al tornio sono il ferimento agli occhi dell'operatore, tagli e piccole ustioni agli arti causati dalla proiezione di trucioli o pezzi di metallo, ferite o fratture alle braccia e al tronco per effetto del trascinarsi degli indumenti da parte di organi in movimento, infine schiacciamenti.

Pertanto le norme che i torni dovrebbero rispettare per un loro corretto e sicuro uso, nel rispetto delle disposizioni di sicurezza, sono: viti di fissaggio del pezzo alla piattaforma porta pezzo incassate oppure protette con apposito manicotto che circonda la piattaforma; protezione della zona di lavoro costituita da uno schermo trasparente per permettere la visione del pezzo in lavorazione, mobile e opportunamente dimensionato, che garantisca solidità sotto l'azione di urti violenti, deve inoltre essere protetta anche la parte posteriore del tornio, a tutela delle persone che si trovano o transitano dietro la macchina; gli organi di comando devono essere del tipo a pulsante, mentre per quelli del tipo a leva è necessario applicare un dispositivo che obblighi ad eseguire la manovra in due tempi; la piattaforma porta pezzo, quando per peso e volume non può essere sollevata manualmente, deve essere sostituita usando apposite imbracature.

Norme di riferimento: UNI 8703/84 - torni ad asse orizzontale; UNI 6175/68 - torni per uso didattico; UNI 5471/64 - tornio parallelo, sensi di manovra; UNI 4550 - supporti d'utensile per tornio; UNI EN 953/00 - ripari di protezione; UNI EN 1088/97 - interblocchi di sicurezza; CEI EN 60204-1 - equipaggiamento elettrico a bordo macchina.

E' inoltre buona norma effettuare la pulizia del tornio con l'apposito uncino salva mano e non utilizzare o prestare particolare attenzione nell'uso dell'aria compressa. Nel caso venissero lavorati pezzi in grafite, in teflon e in altri materiali che producono polveri tossiche o nocive deve essere indossata la maschera antipolvere.

L'operatore deve indossare i seguenti dispositivi di protezione individuale, validi in generale per tutti i tipi di macchine utensili: guanti contro i rischi di natura meccanica, occhiali di protezione, abiti antimpigliamento e calzature di sicurezza.

Il tornio Monarch in oggetto risulta essere stato adeguato alle disposizioni di sicurezza per quanto riguarda l'accensione e lo spegnimento a pulsante, mancano tuttavia i necessari dispositivi di protezione alla lavorazione come lo schermo mobile e altri.

### 8) Note e/o eventuali aneddoti

Il tornio, realizzato negli anni della Seconda Guerra Mondiale, presenta una targhetta sulla quale è riportata la certificazione attestante che la macchina risponde alle specifiche richieste dalla commissione sulla produzione di guerra.

