Torni per metalli & Co.

Corso breve per vili genti meccaniche, bricoleurs e simpatizzanti.

Autore: Paul di it.hobby.fai-da-te (paulhass <at> libero . it)

Lezione N° 1

Più o meno tutti hanno visto un tornio: per la lavorazione dei metalli, per legno, oppure, perché no, da ceramisti. Insieme hanno la particolarità di creare solidi di rivoluzione, sebbene con un tornio ben attrezzato non è difficile fare anche solidi a superfici piane, come, ad esempio, prismi e cubi. Il tornio per metalli, da chiamarsi più propriamente "tornio parallelo" è la macchina utensile regina, nel senso che è talmente versatile che in campo meccanico copre buona parte delle possibili lavorazioni per asportazione di truciolo. Questo vale ancor di più per gli hobbisti, ed il possesso e l'uso di un simile attrezzo può essere considerato il top per gran parte di noi. Ma chi per necessità, passione o specifico hobby vuole spingersi oltre dopo il tornio, (portafoglio e moglie permettendo) potrà fare un pensierino ulteriore per un bel trapano-fresa. Vediamo quindi come è fatto un tornio, con la preghiera di non sbuffare e passare oltre per quanti già sappiano e conoscano questa macchina.

A causa delle differenti dimensioni e soluzioni costruttive che hanno i torni "da officina" rispetto a quelli "hobbistici", possono esserci disparità notevoli nei sistemi costruttivi impiegati, nelle soluzioni e complessità dei vari cinematismi, e nelle possibilità di regolazione e manovra. Cercherò, ove possibile, di tenerne conto. Per coloro i quali possono trovare astruse certe descrizioni e complessi certi passaggi, assicuro che quando avranno il tornio a disposizione troveranno senz'altro più semplice utilizzarlo anziché sforzarsi ora di capire come è fatto e come si possa impiegare.

Un tornio è fatto da una incastellatura, generalmente fusa in ghisa, chiamata "bancale", che supporta tutti gli altri organi della macchina. Il bancale superiormente è lavorato di fresatura per ricavare le "guide", cioè delle rotaie a forma di V rovescio, molto precise, sulle quali possono scorrere orizzontalmente il "gruppo carrelli" e la "controtesta". A sinistra del bancale, sopra le guide, è fissata (generalmente in modo da poter essere regolata micrometricamente per l'allineamento sui torni grandi, ed in modo fisso nei torni hobbistici), la "testa", chiamata anche "fantina". Vediamo questi componenti uno ad uno. La fantina supporta l'"albero del mandrino", cioè l'asse rotante che girando con grande precisione su appositi cuscinetti, e sporgendo dalla fantina, permette di collegare all'asse gli organi di presa del pezzo in lavoro. Sull'albero del mandrino sono calettati gli ingranaggi, manovrati da apposite leve poste all'esterno della fantina, che permettono di variare la velocità di rotazione dell'albero. Gli ingranaggi sono quasi sempre in bagno d'olio. Il tutto funziona insomma come un cambio di velocità di automobile. Le velocità selezionabili per la rotazione dell'albero del mandrino sono abbastanza numerose, e molto spaziate tra loro. Il motivo è che le variabili di lavoro (natura del materiale, dimensioni del pezzo in lavoro, tipo dell'utensile), nonché tipo di lavorazione (tornitura cilindrica, in piano, o filettatura), necessitano di diverse velocità di lavorazione. Un sufficiente e tipico numero di velocità di rotazione del mandrino è 12, realizzate con un cambio a 3 ingranaggi più un'ulteriore coppia di ruote dentate che costituisce un'ulteriore riduzione, chiamata "ingranaggi di volata e ritardo". (Quindi 3 x 2 = 6). Per raddoppiare ulteriormente le 6 velocità, si fa di solito affidamento ad un motore elettrico di trascinamento a doppia velocità, generalmente 1400-2800 giri/min. Quindi per selezionare la velocità desiderata avremo a disposizione la leva del cambio di velocità (3 posizioni), la leva del ritardo (2 posizioni), ed il commutatore elettrico del numero di poli del motore. Un ulteriore selettore elettrico stabilisce il senso di rotazione del mandrino, che normalmente è antiorario guardando il mandrino dal davanti lo stesso, ma per certe lavorazioni può essere fatto ruotare in senso contrario. Sulla macchina è sempre presente la targhetta delle velocità,

con l'indicazione delle manovre per impostare quella desiderata. Generalmente più piccolo è un tornio e più elevate sono le velocità di rotazione del mandrino. E' bene che la velocità inferiore sia molto bassa, in quanto facilita a noi inesperti l'esecuzione di filettature, in special modo quelle interne. A titolo di esempio riporto le velocità di rotazione in giri/min. del mio tornio, che è di taglia media: 52, 79, 104, 129, 158, 258, 293, 443, 586, 721, 886, 1442 g/min. E così abbiamo sistemato le velocità.

Il gruppo carrelli, o più semplicemente "carrello", è la parte mobile scorrevole sulle guide del bancale, portante la "torretta portautensili", sulla quale è fissato per l'appunto l'utensile da taglio. In verità i carrelli mobili dei torni paralleli sono3 (a volte 2 solamente nei piccoli torni hobbistici). Mi spiego meglio: sul primo carrello, scorrente longitudinalmente sulle guide del bancale, è sovrapposto un secondo carrello, che si muove ortogonalmente al primo. Sovrapposto ed imperniato al secondo carrello, ve ne è un terzo, chiamato più propriamente "slitta portautensili", che può essere sbloccato, ruotato e ribloccato rispetto al secondo. Sulla slitta portautensili è fissata per l'appunto la torretta portautensili. Spero di non aver fatto troppa confusione! Lo scopo di un ambaradan così complesso è quello di poter conseguire le possibili 3 direzioni di movimento dell'utensile. In altre parole, se ci sarà solo la traslazione del primo carrello potremo realizzare una tornitura cilindrica; se muoveremo il secondo carrello (con il primo fermo), realizzeremo una tornitura con penetrazione radiale, perché l'utensile avanzerà dalla periferia verso il centro di rotazione del pezzo, se invece bloccheremo i primi due carrelli, ruoteremo di un certo angolo la slitta portautensili, e agiremo sull'avanzamento di quest'ultima, potremo eseguire una tornitura di tipo obliquo, ad esempio per creare un cono.

Ma come si realizza il movimento dei carrelli? Vediamo il caso di un tornio tipico, di buona fattura. In tal caso, il primo ed il secondo carrello possono essere traslati con volantini di manovra a mano oppure con movimenti motorizzati. La slitta portautensili è invece sempre e soltanto manovrabile a mano. Il movimento automatico si inserisce operando leve o bottoni di manovra posizionati sulla parte anteriore del primo carrello che prende il nome di "grembiale". La presa di moto è derivata dai ruotismi della testa tramite una cascata di ingranaggi (in genere 4), più un'altra scatola di riduzione interposta (chiamata in gergo "scatola Norton"), il tutto contenuto in una "scatola degli avanzamenti" posizionata all'estremità sinistra della macchina e datata di uno sportello apribile per accedere agli organi interni. Il rapporto di riduzione è molto importante, perché determina in pratica di quanto si spostano i carrelli per ogni giro dell'albero del mandrino. Ciò equivale in pratica a fissare il "passo" di avanzamento nella creazione di una filettatura, oppure il grado di finitura della superficie tornita. A tale scopo, i torni sono corredati di una serie di ingranaggi di varie grandezze, da scegliere seguendo le indicazioni di una tabella esposta sulla macchina, a seconda del passo della filettatura o dell'avanzamento desiderato.

Gli ingranaggi necessari a formare la giusta"quaterna" di ruote dentate vengono montati su un apposito sostegno dentro la scatola degli avanzamenti, che è chiamato "testa di cavallo" o "lira" a causa della vaga rassomiglianza con queste ultime. Tali ingranaggi possono far ruotare (a scelta dell'operatore) la "vite madre" oppure la "barra scanalata" che sono due alberi ruotanti posizionati sotto il grembiale e correnti lungo tutto il basamento della macchina. Sul grembiale stesso ci sono i meccanismi di impegno della vite o della barra, nel senso che, se manovrati opportunamente, realizzano l'accoppiamento di queste con i carrelli, e quindi l'avanzamento automatico scelto. E' possibile inserire o l'una o l'altra, mai entrambe contemporaneamente. Oltre ai comandi di impegno/disimpegno dell'avanzamento automatico, sul grembiale vi è anche una leva per l'inversione della direzione di moto dei carrelli, cioè per fare un movimento di scorrimento di va'-e-vieni dei carrelli lungo le guide, necessario per fare le numerose "passate" di tornitura.

Ma perché è presente sia la vite madre che la barra scanalata, dal momento che entrambe fanno la stessa funzione, cioè quella di trascinare in automatico i carrelli? Il motivo è quello della precisione dei spostamenti, cioè della costanza del passo. Si usa la barra scanalata per la tornitura, che non ha grandi esigenze di precisione per il valore di avanzamento. Si utilizza la vite madre per realizzare le filettature, che richiedono tolleranze sul passo più strette. Usando prevalentemente la barra, quindi, si risparmia l'usura della vite madre, riservandola al conseguimento della precisione nelle filettature. Molti torni hobbistici, per ragioni di costo, possiedono solamente la vite madre, che quindi si usurerà

più velocemente. Alcuni addirittura permettono l'avanzamento automatico solo sulla tornitura longitudinale (primo carrello), mentre per muovere il secondo carrello bisogna operare a mano sul volantino di manovra. Pazienza.

Abbiamo detto che sulla slitta viene fissata la torretta portautensili, cioè il sistema di fissaggio dei ferri da taglio. La torretta è costituita da un blocchetto in acciaio lavorato, che nella versione a cambio rapido consente il velocissimo cambio del portautensile propriamente detto, mentre in quella hobbistica il montaggio dell'utensile deve essere eseguito bloccando con delle viti il gambo di quest'ultimo su apposite scanalature fresate sulla torretta stessa. La differenza è notevole, se si pensa che per realizzare un pezzo al tornio, anche semplice, devono essere utilizzati più utensili diversi in successione. La possibilità di cambiare utensile, oltre tutto già regolato alla giusta altezza, in 3 o 4 secondi, è una bella comodità, e rende più gradevole il lavoro. Le torrette di tipo rapido però costano parecchio, e comunque con un po' di sacrificio nei piccoli torni se ne può fare a meno. Per il momento fermiamoci qui.

Lezione N° 2

Proseguiamo nella descrizione delle parti costituenti un tornio parallelo, già iniziata nel messaggio precedente. Quando avremo così imparato la nomenclatura dei vari componenti, ci sarà più facile, e con maggiore cognizione, discutere delle lavorazioni propriamente dette.

Avevamo visto il bancale, la testa, la scatola degli avanzamenti, i carrelli, la torretta portautensili. Parliamo ora della "controtesta", delle "lunette", degli "organi di presa" dei pezzi in lavoro, e dell'"impianto refrigerante".

La controtesta è il supporto mobile posizionato a destra della macchina, scorrente manualmente sulle guide del bancale, che fa da sostegno alla "contropunta". Quest'ultima è contenuta in una sede conica di una bussola la quale è impegnata con una vite che può venir manovrata con un volantino. La contropunta ha la caratteristica di essere alla stessa altezza dell'asse del mandrino, e quindi di poter servire a sostenere l'estremità destra del pezzo in lavoro (se lungo), mentre l'estremità sinistra del pezzo è sostenuta dal lato del mandrino. In tal modo il pezzo potrà ruotare con l'asse perfettamente orizzontale. Per altre lavorazioni (ne parleremo più avanti), la contropunta può essere sostituita nella controtesta da un codolo portante un mandrino a cremagliera da trapano, attrezzabile con le usuali punte elicoidali oppure con speciali "punte da centro". Girando il volantino della controtesta si fa avanzare la punta che forerà centralmente il pezzo che ruota trascinato dal mandrino. La controtesta, che come già detto porta la contropunta perfettamente allineata in altezza con l'asse della macchina, può in certi casi essere spostata con una chiave di manovra di una piccola entità in direzione trasversale alle guide del bancale. 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. La formula matematica che, sapendo la lunghezza e il diametro maggiore e quello minore del pezzo da tornire conico, consente di conoscere l'esatto valore dello spostamento che si deve dare alla controtesta è riportata alla fine di questo documento. Per torniture coniche con angolazioni molto forti, invece, si adotta un metodo differente, del quale parleremo in seguito.

Se il pezzo in lavorazione è di diametro ridotto e molto lungo, non è sufficiente sostenerlo alle sue due estremità, perché sotto la pressione dell'utensile di taglio fletterebbe, e la tornitura darebbe luogo ad incostanza di diametro finito, oppure il pezzo stesso scavalcherebbe la punta dell'utensile. E' perciò necessario sostenerlo anche nei pressi dove si esercita la pressione di lavoro. Questo compito è assicurato dalle "lunette", che sono costituite da una base fissabile alle guide del bancale (lunetta fissa), oppure fissabile al carrello (lunetta mobile), e da un cappello apribile a cerniera. Aprendo il cappello si inserisce dentro la lunetta il pezzo da lavorare, che sarà sostenuto da tre blocchetti in acciaio con superfici di appoggio rettificate e regolabili radialmente a mezzo di viti. Un'altra possibile applicazione della lunetta fissa è quando un pezzo cilindrico e lungo, (che quindi per il piazzamento in

macchina deve essere sostenuto a destra dalla contropunta), non ha la possibilità di essere forato in centro per l'alloggiamento della punta stessa. In tal caso, la parte destra del pezzo si alloggia nella lunetta fissa, posizionata in luogo della controtesta. Naturalmente in questo caso il centraggio del pezzo deve essere fatto a mano, preferibilmente con un comparatore. Se non avete capito come funzionano le lunette, consolatevi sapendo che il loro uso è molto sporadico e quindi raramente le usereste!

Parliamo ora degli organi di presa del pezzo, cioè di quei dispositivi che servono a bloccare il pezzo in lavoro e contemporaneamente a trasmettere allo stesso il moto di rotazione. Possono essere:

- piattaforma autocentrante (per montaggio a sbalzo)
- piattaforma a morsetti liberi (" " " ")
- spina di trascinamento (per montaggio tra le punte od a sbalzo)
- disco menabrida (per montaggio tra le punte)
- pinza concentrica (" " a sbalzo)
- plateau (per montaggio a sbalzo)

La piattaforma autocentrante, (o semplicemente "autocentrante") chiamata impropriamente anche "mandrino", è il dispositivo di presa che è maggiormente usato. Funziona come un mandrino da trapano, nel senso che è formata da un corpo cilindrico portante 3 o 4 griffe a gradini (chiamate anche "cani" o "morsetti"), che possono simultaneamente convergere od allontanarsi radialmente dal centro della piattaforma, manovrati da una apposita chiave. Ruotando la chiave, i morsetti stingeranno fortemente il pezzo e lo porranno in rotazione all'avviamento della macchina. Per aumentare la possibilità di presa, le griffe sono di 2 tipi: per serraggi interni e per esterni. Il tipo di griffe quindi si sceglie in base al diametro del pezzo da fissare, ed alla possibilità di presa sul pezzo. Quando si sostituisce un tipo di griffe con l'altro, svincolandole dalle loro guide, ricordarsi che ciascuna griffa è numerata, e perciò deve essere accoppiata solo con la guida corrispondente. L'autocentrante è un organo costruito con grande precisione, con tolleranze centesimali, e dalla sua bontà deriva buona parte dell'accuratezza di lavoro. Quindi va trattato con riguardo, soprattutto se e quando deve essere smontato e rimontato dall'asse del mandrino. Niente martellate, perciò.

La piattaforma a morsetti liberi è simile all'autocentrante, ma le singole griffe devono essere manovrate indipendentemente l'una dall'altra. Serve perciò per fissare pezzi a sezione differente da quella circolare o addirittura non simmetrici. E' molto utile se per caso devono esse fatte delle torniture eccentriche, sebbene queste possono essere fatte anche sull'autocentrante, interponendo un adeguato spessore tra una sola griffa ed il pezzo.

Se si devono tornire dei pezzi simili a dischi forati, che non possono essere trattenuti sulle piattaforme a causa del ridotto spessore, si fa ricorso alle spine di montaggio. Queste sono degli alberi di adeguato diametro, a volte conici, altre volte muniti di convenienti battute per l'appoggio dei pezzi, che vengono costruiti sullo stesso tornio e/o adattati di volta in volta secondo necessità. Le spine, dopo che su di esse è stato provveduto il montaggio del pezzo, a loro volta sono fissate in macchina. Un tipo semplicissimo di spina già pronta, adatta al montaggio a sbalzo, è una vite di conveniente diametro sulla quale il pezzo viene fissato stringendolo con due dadi.

Il disco menabrida è un sistema ormai che non si usa più, salvo casi speciali come la tornitura a debole conicità di pezzi lunghi montati tra le punte. Si tratta di un disco montato sull'albero del mandrino, che porta un perno sporgente. Sul pezzo da lavorare viene fissata la "brida", che è una specie di anello con un codolo. Quando si pone in rotazione il disco menabrida, il perno fissato allo stesso impegna il codolo della brida ponendo in rotazione il pezzo sul quale la stessa è fissata.

Piccoli torni, come quelli di precisione per minuterie, o per orologiai, hanno come organo di presa del pezzo (che in questi casi è sempre a sezione tonda), una pinza concentrica di adeguata misura, che assicura maggior precisione di centraggio e rapidità di serraggio. Ma sono da considerare già fuori

dall'interesse del bricoleur, e li nomino solo per completezza d'informazione.

Come ultimo sistema di fissaggio ricordo il "plateau", che altro non è che una piattaforma a disco sulla faccia piana della quale sono ricavate per fresatura delle cave che accolgono le teste delle viti stringenti dei morsetti a forma libera che bloccano il pezzo in lavoro. Qualche volta le funzioni di piattaforma a morsetti liberi e di plateau sono integrate in un unico articolo. Il plateau si usa quasi sempre per operazioni di sfacciatura di pezzi con forma articolata, ed in tal caso il tornio diventa in pratica una fresatrice in piano, dove il lavoro della fresa a spianare è sostituito dall'azione dell'utensile del tornio.

Per quanto riguarda l'impianto refrigerante, cominciamo col dire che nei piccoli torni hobbystici manca del tutto. La necessità di usare gli appositi oli da taglio nella lavorazione, infatti, è più sentita in ambito professionale, dove si lavora con alte velocità di taglio e con forti passate di utensile, specie con metalli ferrosi, e quindi si sviluppano per attrito temperature non indifferenti. In tal caso un'elettropompa centrifuga che pesca in un serbatoio riempito con una emulsione di acqua ed olio da taglio, invia ad un beccuccio erogatore posto sopra l'utensile un getto che ha funzioni lubrificanti e refrigeranti. Il liquido si raccoglie poi nella vasca dei trucioli posta sotto le guide del tornio, e per gravità torna nel serbatoio passando in un opportuno condotto. Se nel vostro tornio non è previsto questo impianto, per consolarvi vi dirò che, oltre che raccogliersi nella vasca, l'emulsione oleosa schizza un po' anche sull'operatore e sul pavimento. Oltre tutto, l'emulsione oleosa stazionante nel serbatoio si ossida con il tempo e viene anche attaccata da batteri che la rendono di odore sgradevole. Forse vi ho già convinto a lavorare, se possibile, a secco!

Lezione N° 3

Ora che sappiamo come si chiamano le varie parti del tornio, ed a cosa servono, parliamo delle possibili lavorazioni che su questa macchina utensile sono possibili. Provo a farne un elenco: - tornitura cilindrica - tornitura in piano (spianatura o sfacciatura) - tornitura conica - foratura - alesatura (tornitura cilindrica interna) - troncatura - filettatura - godronatura - rettifica in tondo - fresatura - tornitura sferica - lavorazioni a mano libera. Vediamole una ad una.

- *Tornitura cilindrica* La tornitura cilindrica è quella maggiormente praticata, e consiste semplicemente nella riduzione del diametro del pezzo alla misura desiderata eseguendo le necessarie "passate" di utensile manovrando con il volantino del primo carrello. Generalmente si inizia con le 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 finito maggiorato di alcuni decimi di millimetro, e poi si ultima con una o più passate di finitura con velocità maggiore ed avanzamento inferiore che nella sgrossatura, utilizzando un utensile finitore con la punta avente un piccolo raggio di curvatura. In questa operazione è molto utile azzerare il tamburo graduato del volantino del secondo carrello per apprezzare la misura del diametro raggiunto, senza stare a controllare frequentemente con il calibro a corsoio. Punta e contropunta, naturalmente, devono essere perfettamente allineate, pena una conicità non voluta!

- *Sfacciatura* La tornitura in piano, o sfacciatura, si fa con un apposito utensile a coltello, manovrando il volantino del carrello trasversale e bloccando invece il primo carrello. L'utensile deve essere regolato necessariamente alla stessa altezza delle punte, perché in caso contrario non si riuscirà a completare al centro la sfacciatura e rimarrà un "codolino" sporgente al centro del pezzo. L'avanzamento si fa in automatico od a mano. Dal momento che la velocità di taglio diminuisce dall'esterno verso il centro a causa del diminuire del raggio sino ad annullarsi al centro, sarebbe bene diminuire man mano proporzionalmente anche l'entità del valore dell'avanzamento, soprattutto se si vuole il miglior grado di finitura superficiale possibile.

- *Tornitura conica* Per la tornitura conica bisogna distinguere due casi: - torniture di debole

conicità, che vanno eseguite montando il pezzo tra punta e contropunta, spostando però trasversalmente quest'ultima di una certa entità necessaria a rendere parallela alle guide una generatrice del cono che si vuole creare. Il lavoro poi prosegue come nel caso della tornitura cilindrica. - torniture a forte conicità, nelle quali non è possibile utilizzare il metodo di cui sopra. Si deve perciò necessariamente utilizzare il movimento del terzo carrello (o slitta portautensili, se vi fa piacere chiamarla così), procedendo a mano dopo averlo sboccato e ruotato angolarmente di un valore pari alla metà della conicità indicata sul disegno del pezzo. Si utilizza a questo scopo la scala graduata in gradi posta alla base del terzo carrello, che normalmente si tiene fissata sullo zero. Se sul disegno non è riportato l'angolo di conicità, ma invece sono indicati i diametri maggiore e minore assieme all'altezza del cono, si deve utilizzare una formula trigonometrica per ricavare l'angolo di conicità.

- *Foratura* La foratura si fa con il pezzo montato a sbalzo sull'autocentrante, sostituendo sulla controtesta un mandrino da trapano alla contropunta. La controtesta va bloccata alle guide con l'apposita leva, e l'avanzamento di lavoro si fa girando a mano il volantino che muove il cannotto che porta il mandrino. Il primo foro deve essere eseguito necessariamente con una specifica punta da centro per fare l'invito conico, e non con una normale punta elicoidale. Creato un foro iniziale, però, si può proseguire con queste ultime per allargare il diametro di foratura e/o per renderla più profonda. Un sistema più sofisticato per eseguire forature al tornio, non praticato nei torni hobbistici, è quello di montare le punte elicoidali non sul mandrino alloggiato sulla controtesta, ma su un apposito portautensili con alloggiamento conico montato sulla torretta della slitta. La punta va regolata esattamente in asse con il centro di rotazione del pezzo, e successivamente si procede alla foratura, con il vantaggio che l'avanzamento della punta è fatto inserendo il movimento automatico del primo carrello. E' molto utile quindi quando si devono eseguire molte forature in successione, senza dover girare a mano il volantino della controtesta.

- *Alesatura* Dopo aver fatto un foro nel pezzo, a volte è necessario procedere all'allargatura del foro, magari con un alto grado di finitura. Si utilizzano a questo scopo appositi utensili alesatori, che, introdotti nel foro e spostati trasversalmente verso l'esterno passata dopo passata, producono il foro della misura desiderata. Bisogna procedere con molta cautela (per non rompere l'utensile), soprattutto se il foro è cieco. Se il foro è profondo, il gambo dell'utensile necessariamente sarà lungo, e quindi avrà una certa elasticità. Controllare molto bene quindi i diametri ottenuti, e lavorare con piccoli valori di passata. Fare anche attenzione, nel caso di fori passanti, che quando la punta dell'utensile uscirà dal foro a passata completata, non si verifichi la collisione della punta con l'autocentrante.

- *Troncatura* Per la troncatura, cioè per tagliare in due parti il pezzo in lavoro, si devono usare appositi utensili troncatori aventi la lama di taglio molto stretta, lavorando con piccoli avanzamenti e con molta cautela. Questa lavorazione, che sembrerebbe una delle più facili, in effetti non lo è, e qualche volta si verifica la rottura dell'utensile. Se proprio non ce la fate, praticate un'incisione di una certa entità, e poi completate a mano il taglio con un seghetto. (Speriamo che i tornitori di professione non inorridiscano a sentire ciò).

- *Filettatura* E siamo arrivati alla filettatura, gioia e dolori dei tornitori per hobby. Do per scontato ovviamente che chi si accinge a tornire una filettatura sappia i dati geometrici di quella che si accinge a tagliare: diametro, passo ed angolo al vertice del filetto. Se i valori devono essere rilevati da una vite esistente, è molto utile dotarsi di un contafiletti (poche lire nelle utensilerie), che consiste in una serie di sagomine campione riportanti i profili delle più comuni filettature, sia metriche che Withworth. La prima cosa da fare è predisporre la macchina per un avanzamento del carrello pari al passo di filettatura. Ciò si ottiene montando sulla scatola degli avanzamenti gli opportuni ingranaggi, seguendo le indicazioni della tabella di macchina che dà il numero di denti e la posizione degli stessi. Gli ingranaggi non vanno montati troppo stretti, né con eccessivo gioco tra i denti. Un piccolo trucco è quello di interporre tra le dentature che ingranano una strisciolina di carta, che funzionerà da giusto distanziale. Alla messa in moto la carta verrà espulsa e

l'ingranamento avrà un gioco corretto. La velocità di rotazione del tornio è bene che sia la più bassa possibile, almeno sino a quando non si è fatta un po' di pratica. L'utensile va montato con l'asse del tagliente perfettamente a 90° con l'asse di rotazione della macchina, ben affilato e con il corretto angolo di punta (60° per le filettature metriche ISO e le americane Sellers NC e NF, 55° per le inglesi Withworth BSW-BSF e le Gas BSP). Sul pezzo da filettare, dove è previsto il termine della filettatura, deve esserci una gola di scarico, di diametro pari a quello interno della filettatura, cioè del nocciolo. Servirà, quando si ferma la rotazione del pezzo al termine di ciascuna passata, a non far ingranare la punta dell'utensile dentro il pezzo in lavoro. Successivamente si può impegnare il carrello con la vite madre, chiudendo le semichiocciole con l'apposita leva. Da questo momento, e sino al termine della filettatura, le semichiocciole non devono più essere disimpegnate dalla vite madre, in quanto si perderebbe la corrispondenza tra la punta dell'utensile e la gola del filetto. Fanno eccezione alla regola di cui sopra i casi nei quali il passo della vite che si vuole tagliare sia un sottomultiplo intero del passo della madre vite. Per maggiore chiarezza riporto un esempio: se il passo della vite madre è di 3 mm, ed il passo della filettatura che si vuol fare è 3 mm, oppure 1,5 - 0,75 - 0,6 - 0,5 - 0,3 - 0,2 mm (che sono tutti valori sottomultipli di 3), è possibile aprire le semichiocciole al termine di ciascuna passata per riportare indietro il carrello a mano, e quindi più velocemente che con il movimento automatico. In tutti gli altri casi (cioè quando il passo della vite madre non è divisibile per quello della filettatura che si vuol fare), le semichiocciole devono rimanere chiuse. Predisposta in tal modo la macchina, è bene provare il giusto passo, accostando l'utensile in maniera che la punta incida appena appena il metallo, graffiandolo leggermente. Le mani devono essere pronte sui comandi, e cioè la destra sulla leva di comando della rotazione della vite madre, e la sinistra sull'interruttore del motore. Posto in rotazione il motore, si avvia la rotazione della vite madre. La punta dell'utensile disegnerà una traccia elicoidale sul pezzo, e quando l'utensile raggiungerà la gola di scarico, si fermerà la rotazione della vite madre. Per fare ciò, bisogna distinguere se sul tornio, e precisamente sul grembiale, esiste la leva di innesto e di inversione di moto della vite madre (come nei buoni torni) oppure se per fermare la vite madre si deve fermare il motore, come in alcuni torni hobbistici. In questo ultimo caso, per riportare indietro il carrello all'inizio di un'altra passata, si deve far girare il mandrino all'indietro, a mezzo dell'invertitore elettrico che comanda il motore. Controllato se il passo è corretto, si possono fare le ulteriori passate per approfondire il solco, avanzando di alcuni decimi ogni volta il carrello trasversale. Quando si raggiunge circa la metà della profondità voluta, è bene dare un piccolissimo accostamento con il terzo carrello, in maniera che il ferro da taglio operi solamente su un fianco del filetto. Fatta l'ultima passata di taglio, si eseguono altre due passate di finitura per lisciare i fianchi del filetto (quindi senza ulteriore penetrazione), si aprono le semichiocciole, si aumenta la velocità di rotazione e si dà una passatina alla cresta dei filetti con un po' di tela smeriglio. Se si deve tagliare insieme una vite e la madrevite corrispondente, è bene lavorare sempre per prima la vite, che potrà diventare così un opportuno calibro di controllo quando si eseguirà la madrevite.

- *Godronatura* La godronatura è la lavorazione con la quale non si asporta metallo, ma si incidono sulla periferia del pezzo delle sottili linee per renderla ruvida ed atta ad una buona presa manuale. Si usa per pomelli, impugnature, volantini di manovra ecc. Il lavoro si fa montando un apposito utensile godronatore sulla torretta portautensili, il quale porta una o due rotelle con dei rilievi periferici. Premendo le ruote sul pezzo a mezzo del volantino del carrello trasversale, queste incideranno la superficie che si vuol lavorare, lasciando il disegno in rilievo.

- *Rettifica in tondo* Con il tornio si possono eseguire anche delle rettifiche di pezzi a sezione circolare, sia esterne che interne. Sulla slitta portautensili si monta una "testa a rettificare", che altro non è che un motore elettrico ad alta velocità portante sul suo asse una pinza sulla quale si possono montare delle piccole mole da rettifica. Il pezzo, durante l'azione di rettifica, deve girare a bassa velocità. Sui piccoli torni hobbistici non si possono montare le ingombranti e costose teste a rettificare in commercio, però con un po' di inventiva si può adattare un mini-trapano tipo Dremel (per mole a gambo diametro 3 mm), oppure una ancor meno costosa moletta azionata ad aria compressa (per mole a gambo diametro 6 mm).

- *Fresatura* Alcuni produttori di torni hobbistici offrono come accessorio un dispositivo costituito da una morsa parallela montata su una slitta regolabile, da fissare al posto della torretta portautensili. Serrando sul mandrino una fresa a gambo, e regolando opportunamente in altezza la slitta che porta il pezzo da fresare (stretto in morsa), si possono fare piccole cave di fresature manovrando a mano i carrelli del tornio. Per fresature in piano, invece, vale quanto ho detto per la sfacciatura.

- *Tornitura sferica* La tornitura sferica è eseguibile con un opportuno attrezzo che si monta al posto della torretta standard. E' costituito da una base nella quale può ruotare una ruota dentata comandata a mano da una vite senza fine. Sulla ruota si monta l'utensile da taglio, con la punta dello stesso distante dal centro di rotazione della ruota dentata pari al raggio della sfera che si vuole realizzare. L'altezza della punta da taglio deve essere regolata esattamente sull'asse delle punte del tornio, così come il centro di rotazione della ruota portante l'utensile deve cadere sulla mezzeria del pezzo. Ruotando lentamente la vite senza fine che fa girare la ruota, la punta dell'utensile descriverà una circonferenza, tagliando il metallo a forma di sfera. Senza arrivare a tanto, una sfera si può anche tagliare approssimativamente a mano, manovrando opportunamente i carrelli. E' un sistema che può essere usato anche per verificare la padronanza dell'operatore nell'uso del tornio. Provateci! Piccoli raccordi circolari, concavi o convessi che siano, invece, possono essere fatti dando la forma corrispondente alla punta di una barretta in acciaio superrapido per utensili ed usandola convenientemente.

- *Lavorazioni a mano libera* Come ultime lavorazioni possibili al tornio, ricordo quelle eseguibili a mano libera, come le lisciature con l'uso di lime apposite o carta abrasiva, e lucidature con tamponi. Al tornio si può anche imbutire su sagoma una lastra di metallo, cioè deformarla plasticamente per farle assumere forme di rivoluzione, come ogive o più prosaicamente contenitori circolari (padelle o pentole). Non credo sia di interesse generale, e la spiegazione di come si procede è complicata come peraltro la sua esecuzione.

Se si lavora con le mani e le braccia vicino al mandrino, comunque, fare molta attenzione, anche per gli indumenti che si indossano. Una manica che che si aggancia ad un morsetto sporgente dalla piattaforma può avere conseguenze anche gravi per l'incolumità dell'operatore distratto.
Nella prossima (e ultima) lezione, parleremo delle velocità di lavoro in funzione dei materiali, del diagramma a ventaglio e degli angoli caratteristici degli utensili da taglio.

Lezione N° 4

In questa ultima lezione vediamo come sia possibile ottimizzare le condizioni di taglio, con particolare riferimento alla velocità di lavoro (chiamata anche di taglio) ed agli utensili impiegati. La velocità di lavoro del tornio non è la velocità di rotazione del mandrino, bensì la velocità periferica del pezzo in rotazione montato sulla macchina. Quindi dipenderà non soltanto dalla velocità di rotazione, ma anche dal diametro del pezzo. Possiamo dire perciò che:

$$V = \frac{\pi * D * N}{1000}$$

dove: V è la velocità di taglio in m/min., D è il diametro del pezzo in mm e N è il numero di giri/min. del mandrino.

Quindi, se sapremo quale V ci serve utilizzare, dalla formula di cui sopra ci sarà facile risalire a N, cioè al miglior valore possibile del numero di giri del mandrino. Ma come si fa a sapere quali sono i valori di V da adottare? La velocità di taglio dipende da molti fattori, principalmente dalla qualità del

materiale da tornire, ma anche dal tipo di materiale del tagliente utilizzato nell'utensile, dal raffreddamento dello stesso, dal valore degli angoli di taglio del tagliente, dalla sezione del truciolo, ed altri ancora. La scelta della velocità di lavoro ha la massima importanza perché da essa consegue il buon sfruttamento della macchina con il miglior rendimento possibile, anche in termini di minor tempo di esecuzione di un dato lavoro. Personalmente considero valido questo ultimo discorso solo in ambito professionale. Noi hobbisti possiamo trascurare queste preoccupazioni, e quindi viene meno l'importanza della migliore velocità di taglio possibile. E' bene comunque conoscerla, soprattutto per non eccederla. Qui sotto trovate una tabella che riporta per l'appunto le velocità di taglio per i materiali più comuni ed in funzione del materiale dell'utensile. I valori sono espressi in metri/min. I valori minimi sono quelli di sgrossatura, quelli maggiori di finitura.

	HSS	***Widia***
Acciaio dolce (ferro)	30-60	100-300
Acciaio duro, legato, bonificato	20-30	40-150
Acciaio inox, ghisa	15-40	50-100
Ottone e bronzo	40-100	200-400
Leghe leggere	60-200	200-500
Materie plastiche	15-30	50-200

Ottone, bronzo e materie plastiche si lavorano senza lubrificazione.

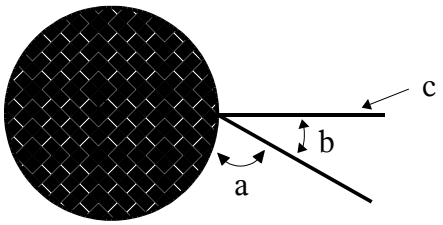
Scelta la velocità di lavoro che interessa, per non perdere tempo a calcolare la velocità del mandrino per tornire un certo diametro del pezzo, è molto utile il cosiddetto "diagramma a ventaglio", molte volte riportato dal costruttore a bordo macchina. Se manca, è molto facile calcolarlo da sé medesimi. Si prepara un diagramma cartesiano costituito da due scale ortogonali, una orizzontale ed una verticale. Sulla scala orizzontale si riportano i diametri di tornitura. Ad esempio, da 0 a 150 mm in modo che ogni 10 mm della scala corrispondano a 10 mm di diametro del pezzo. Sulla scala verticale si riportano le velocità di lavoro. Ad esempio, da 0 a 300 metri/min. (ogni 5 mm della scala corrispondono a 10 metri/min.). Si annotano tutte le velocità di rotazione del mandrino. Si assume un diametro di tornitura arbitrario, ad esempio 50 mm. Ora, utilizzando la formula della velocità di lavoro, si calcola la velocità per un pezzo avente diametro 50 mm e tornito con la prima velocità del mandrino. Ad esempio, se questa fosse 80 giri/min., la formula diventerebbe:

$$V = (3,14 * 50 * 80) / 1000$$

che dà come risultato 12,5 metri/min. Si riporta sulla scala orizzontale il valore di 50 mm, e su quella verticale 12,5 metri/min. Si cerca il punto di incontro di due rette, una verticale innalzata dal punto 50 mm, ed una orizzontale partente a sinistra dal valore 12,5 metri/min. Il punto d'incontro delle due rette si congiunge tramite un'ulteriore retta, (che risulterà leggermente inclinata), al punto origine del diagramma. Questa retta è la retta "degli 80 giri/min.". Si ripete il lavoro per la seconda velocità del mandrino (ad esempio 120giri/min.), sempre utilizzando per i calcoli il diametro di 50 mm. Si otterrà una seconda retta, un po' più inclinata della prima, che sarà la retta "dei 120 giri/min.". Si completa per tutte le velocità di rotazione del tornio, ottenendo il diagramma a ventaglio completo, composto da tante rette inclinate aventi tutte un punto comune all'origine del diagramma ed aprentesi a ventaglio. Come si usa è intuitivo: dato un certo diametro di tornitura, e fissata la velocità di lavoro, 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. Spero di essermi spiegato con chiarezza!

Parliamo ora degli utensili. Un corredo minimo è composto da uno sgrossatore destro, diritto (4971 D) o piegato che sia (4972 D), un finitore diritto (4975), un intestatore (4980 D), uno per gole (4981), due per filettare interno ed esterno (4985 e 4946) ed un troncatore, meglio se con barretta a fissaggio

meccanico. Il resto secondo necessità, avendo presente che utensili di forma non unificata e comunque speciale possono essere agevolmente ricavati dalle usuali barrette in HSS lavorate alla mola. Chi può spendere, o deve lavorare molto, oppure ha la necessità di lavorare materiali particolarmente duri e/o tenaci, può utilizzare utensili con placchette usa e getta in metallo duro fissate allo stelo meccanicamente. E parliamo degli angoli di taglio dell'utensile, molto importanti per avere una buona resa della macchina ed un'ottima finitura. L'argomento è molto complicato da trattare senza poter affidarsi a rappresentazioni disegnate o fotografie, e quindi mi accontenterò del minimo indispensabile, trattando solamente gli angoli di taglio rappresentati su di un piano verticale. Immaginate di guardare di fianco ed in sezione il pezzo da tornire e la punta dell'utensile:



- **P** è il pezzo in tornitura
- **b** è l'angolo della punta dell'utensile che è a contatto con il pezzo da tornire P, angolo delimitato dalle due linee che rappresentano la superficie superiore ed inferiore del tagliente
- **a** è l'angolo compreso tra la superficie inferiore del tagliente ed una linea verticale tangente al diametro del pezzo
- **c** è l'angolo compreso tra la superficie superiore del tagliente ed una linea orizzontale

Nota: nel disegnino, "c" è uguale a zero, in quanto anche la superficie superiore dell'utensile è orizzontale. Normalmente, invece, gli utensili hanno la punta leggermente più alta verso il pezzo, e quindi "c" ha un certo valore in gradi, in quanto la linea che rappresenta la superficie superiore della punta dovrebbe, nel disegnino, risultare in realtà leggermente inclinata verso il basso da sinistra a destra. Ebbene, questi 3 angoli sono importantissimi, e determinano le condizioni di lavoro dell'utensile. Si chiamano:

- "a" angolo di spoglia inferiore,
- "b" angolo di lavoro,
- "c" angolo di spoglia superiore.

L'angolo di spoglia inferiore ha lo scopo di favorire il ritorno elastico del pezzo al cessare della pressione dello spigolo di taglio e di ridurre l'attrito di contatto. L'angolo di lavoro favorisce la penetrazione dell'utensile nel pezzo, ma se il suo valore è piccolo riduce anche la robustezza della punta. Quindi l'angolo di lavoro sarà tanto più grande quanto più duro è il materiale da tagliare. L'angolo di spoglia superiore ha la funzione di favorire l'avanzamento. La tabella seguente indica i valori approssimati in gradi dei tre angoli di cui sopra in funzione del materiale da tagliare:

	a	***b***	***c***
Acciaio dolce (ferro)	6-10	55-65	20-25
Acciaio duro	3-8	75-86	8-10
Ghisa	2-3	86-88	0-6
Ottone e bronzo	8-10	35-55	30-45
Leghe leggere	8-12	45-60	15-25

In certi utensili a placchetta in widia il valore di "c" può essere di valore nullo od addirittura di valore negativo, cioè la punta dell'utensile non è inclinata verso l'alto, ma leggermente verso il basso. Si tratta

degli utensili "a spoglia negativa", utilizzati per lavorazioni ad alta velocità. Si adotta questo accorgimento perché se l'angolo di spoglia superiore è negativo, l'angolo di lavoro diventa più grande, aumentando così la resistenza meccanica della placchetta. Gli utensili si devono affilare con le mole appropriate (mole in carborundum per l'HSS, ed in carburo di silicio per il widia). Ora non vi rimane altro che avviare il motore del tornio ed iniziare il lavoro!

* * * * * * * *

Aggiungo 2 vecchi messaggi che hanno attinenza con l'oggetto del corso:

Se qualcuno ha dovuto tornire dei pezzi conici, e si è trovato nell'imbarazzo di come fare il piazzamento della macchina, passo un paio di formulette che possono risultare utili. I casi possono essere due: tornitura a *forte* conicità e tornitura a *debole* conicità.

Se vi trovate davanti al primo caso, la formula è:

$$\tan(\alpha) = (D - d) / (2 * L)$$

dove tan(α) è la tangente dell'angolo della cui misura dovrà ruotare la piastra girevole portante la slitta portautensili rispetto all'asse del tornio. In pratica corrisponde ad una linea generatrice del cono. "D" è il diametro maggiore del tronco di cono; "d" è il diametro minore e L è la lunghezza della parte conica, compresa tra "D" e "d".

Faccio un esempio. Se si deve tornire un tronco di cono che ha il diametro maggiore "D" di 120 mm, il diametro minore "d" di 40 mm, e la lunghezza di 80 mm, risolvendo la formula si ottiene un risultato (tangente alfa) di 0,5 che, controllando sulle tavole trigonometriche, corrisponde ad un angolo di 27°. Questo è il valore in gradi di cui deve essere ruotato il terzo carrello.

Nel secondo caso (tornitura a debole conicità, che si effettua spostando la contropunta di sostegno ad una estremità del pezzo), si applica un'altra formula:

$$s = \frac{L_u * (D - d)}{2 * L}$$

dove: "D", "d", "L" valgono come nella formula precedente, "L_u" invece corrisponde alla lunghezza totale del pezzo misurato tra punta e contropunta e “s” è l'ammontare del decentramento della contropunta.

Esempio. Se si deve tornire un pezzo a debole conicità, avente il diametro maggiore "D" di 160 mm, quello minore "d" di 140 mm, la lunghezza conica di 400 mm ed è supportato tra le punte con una distanza di 500 mm, applicando la formula si troverà che il supporto della contropunta dovrà essere decentrato lateralmente dall'asse del tornio di 12,5 mm. Ricordo che nella tornitura conica l'altezza del tagliente dell'utensile deve corrispondere rigorosamente all'altezza dell'asse del tornio.

* * * * * * * *

Se qualcuno ha avuto necessità di tornire un cilindro eccentrico rispetto ad un certo diametro di riferimento, si sarà accorto come, non disponendo di un'autocentrante a 4 griffe, la soluzione è quasi impossibile a meno dover procedere per tentativi successivi. Presumendo quindi che un hobbista abbia a corredo solamente l'autocentrante a 3 griffe, posto un metodo che permette facilmente di determinare la misura dello spessore da interporre tra uno dei morsetti ed il pezzo in lavoro per realizzare una certa eccentricità voluta.

Si determina il raggio del cilindro eccentrico da tornire (R). Si determina l'eccentricità voluta (e). Si applica quindi la seguente formula, che calcola lo spessore della zeppa (s):

$$s = \frac{1}{2} * \sqrt{4*R^2 - 3*e^2 - 2*R + 3*e}$$

Esempio. Determinare lo spessore da interporre tra un morsetto ed il pezzo per realizzare un'eccentricità di 2 mm su un cilindro che dovrà avere 30 mm di raggio come misura finita. Applicando la formula si ottiene:

$$s = \frac{1}{2} * \sqrt{4*900 - 3*4 - 2*30 - 3*2}$$

Risolvendo, si ottiene il valore di s pari a 2,95 mm. Questo è lo spessore (che si può arrotondare a 3 mm) da impiegare sotto uno dei tre morsetti della piattaforma. Provare per credere! Spero possa essere utile.

* * * * * * * *

Un paio di osservazioni che mi sono venute in mente per aiutare coloro che intendono comprarsi un tornio e/o iniziare a tornire.

1. Se si vuole controllare in modo spedito la precisione di lavoro di un tornio, (usato o nuovo che sia), adottare questo semplice sistema: tornire (o far tornire) per metà lunghezza un cilindretto serrato sulla piattaforma autocentrante. Il diametro non è importante. Ribaltare il pezzo serrandolo sulla parte tornita, e tornire allo stesso diametro l'altra metà, sino a superare di poco la parte già tornita. Controllare accuratamente la circonferenza che segna l'incontro delle due parti tornite. Non ci devono essere segni visibili di eccentricità.

2. Se dovete realizzare al tornio un pezzo, raccomando caldamente di rappresentarlo prima con un disegno quotato. Vi tornerà utile non solo durante la tornitura, ma anche e soprattutto prima di iniziare, perché potrete individuare la successione corretta dei piazzamenti e delle fasi della lavorazione, anche in rapporto al minor numero di cambi-utensile occorrente. Per i tornitori professionisti è dato per scontato la progressione con la quale lavorare, ma è una dote che si impara osservando il disegno del pezzo finito.