



UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di Laurea triennale in ingegneria meccanica

**IMPLEMENTAZIONE DI UNA MACCHINA A FANTINA MOBILE CON UN
SISTEMA PNEUMATICO PER L'ESPULSIONE DI SEMILAVORATI**

**PNEUMATIC LIFT ARM SYSTEM IMPLEMENTATION FOR THE EJECTION OF
SEMI-FINISHED PRODUCTS IN A SWISS-TYPE LATHE**

Relatore:

Prof. Archimede Forcellese

Tesi di Laurea di:

Bucci Riccardo

Correlatore:

Dott. Mancina Tommaso

A.A. 2022 / 2023

INDICE

| | |
|--|----|
| 1-INTRODUZIONE ALLA TESI | 2 |
| 2 LAVORAZIONI PER ASPORTAZIONE DI TRUCIOLO | 4 |
| 2.1 Moti, parametri di taglio e tempo di lavorazione | 6 |
| 2.2 Caratteristiche geometriche e forma di utensili mono taglienti..... | 8 |
| 2.3 Meccanica del processo di asportazione | 9 |
| 2.4 Il Truciolo | 10 |
| 2.5 Forze scambiate tra utensile e pezzo | 15 |
| 2.6 Potenza assorbita da asportazione e aspetti termici | 17 |
| 2.7 Usura e degrado utensili..... | 19 |
| 2.8 scelta parametri di taglio..... | 22 |
| 2.9 fluidi di taglio, lavorabilità e materiali per utensili..... | 23 |
| 2.10 tornitura, scanalatura e filettatura..... | 25 |
| 2.11 descrizione generale del funzionamento di una macchina a cnc..... | 30 |
| 3 IMPLEMENTAZIONE DI UN BRACCIO PNEUMATICO IN UNA FANTINA MOBILE | 35 |
| 3.1 La XDI 32 | 36 |
| 3.2 Braccio pneumatico | 40 |
| 3.3 Attrezzatura utilizza..... | 45 |
| 3.4 Installazione del braccio pneumatico..... | 47 |
| 3.5 Test prestazione | 54 |
| 4 ASSEMBLAGGIO FINALE E CONCLUSIONI DEI TEST DI VALUTAZIONE DELLE PRESTAIZIONI | 55 |
| 5 CONCLUSIONI | 56 |

1-INTRODUZIONE ALLA TESI

Le lavorazioni per asportazione di truciolo sono ormai quasi completamente basate su sistemi di lavorazione a Controllo Numerico Computerizzato (CNC). Questo controllo viene descritto come un sistema meccatronico che coordina, tramite software appositi, i movimenti di una macchina utensile, in maniera tale da far seguire all'utensile traiettorie e lavorazioni predefinite su specifici assi, escludendo lavorazioni manuali dell'operatore. I macchinari equipaggiati con CNC subiscono aggiornamenti continui per essere sempre competitivi sul mercato, riuscendo a risolvere problemi di lavorazione e a creare parti sempre più complesse.

In questo lavoro di tesi vengono esposte le problematiche riscontrate durante particolari lavorazioni sottrattive per l'ottenimento di una parte metallica ed il relativo metodo di risoluzione attuato.

La prima problematica riscontrata riguarda una specifica lavorazione di una parte che richiede livelli di finitura superficiali elevati. Rispetto ai quali, il sistema di espulsione attuale, non risulta in grado di permettere un recupero della parte totalmente esente da microammaccature presenti sulla parte esterna del pezzo.

La seconda tipologia di problema riguarda l'elevatissima usura degli utensili da tornitura, dovuta dalla necessità di svolgere lavorazioni con profondità di passata elevate, data la presenza di una sola rastrelliera portautensili e della bussola di guida nella macchina utensile. Quest'ultima permette la tornitura di parti con lunghezza anche superiore ai 300mm eliminando le vibrazioni della barra. Mentre la rastrelliera è la parte dove alloggiavano gli utensili da taglio.

Infine, come ultima problematica del cliente si è riscontrata un'eccessiva dilatazione termica delle macchine acquistate in precedenza, che rendeva quest'ultime non precise nelle tolleranze. Questa dilatazione eccessiva è dovuta dalla grandezza del basamento, componente sulla quale viene costruita la macchina e che evita le vibrazioni dovute dagli elevati giri che il mandrino sostiene durante la lavorazione. Il basamento, tuttavia, è soggetto a dilatazione termica dovuta al contatto con l'olio da taglio che, ad alte temperature, scorre su di esso dopo aver lubrificato gli utensili in lavorazione. Questa problematica viene riscontrata soprattutto su basamenti con elevata massa, perché rende la dilatazione è

maggiore. Rispetto alla risoluzione di questo problema non posso scendere nel dettaglio su richiesta dell'azienda ospitante.

Nei capitoli successivi verrà descritto come vengono risolte le due diverse problematiche; la prima attraverso l'utilizzo di un braccio pneumatico per l'estrazione delle parti, che evita l'impatto del semilavorato contro le altre parti metalliche. In questo modo, il sistema evita, come descritto più avanti nella tesi, le ammaccature dovute dall'espulsione del pezzo dal contro-mandrino, risultando al contempo competitivo nei tempi ciclo rispetto al metodo tradizionale.

La seconda problematica, invece, sarà affrontata tramite l'aggiunta di una seconda rastrelliera, dotata di movimentazione motorizzata lungo l'asse Z, che permette di eseguire due lavorazioni contemporaneamente, così da poter diminuire il carico di passata su un singolo utensile.

2 LAVORAZIONI PER ASPORTAZIONE DI TRUCIOLO

Le lavorazioni per asportazione di truciolo rientrano nella categoria dei processi sottrattivi o di rimozione. Questo tipo di lavorazioni generano superfici, con livelli di precisione e finitura desiderati, ottenute mediante asportazione di uno strato superficiale di materiale del pezzo, trasformato in truciolo, grazie a opportuni moti relativi utensile-pezzo. Il materiale viene asportato, rispetto ai processi sottrattivi non convenzionali (lavorazioni chimiche ed elettrochimiche, tecnologie laser, ...), mediante azioni meccaniche dovute all'interazione pezzo-utensile.

I componenti fondamentali per una lavorazione per asportazione di truciolo sono il pezzo, la macchina utensile, l'utensile e l'attrezzatura (Figura 1). Il pezzo è la parte sottoposta al processo di rimozione allo scopo di ottenere le superfici con caratteristiche desiderate. La macchina utensile è ciò che permette di realizzare i moti relativi tra pezzo e utensile. L'utensile è l'elemento che, grazie ai moti relativi con il pezzo, permette di asportare il materiale in eccesso dalla superficie del pezzo stesso, trasformandolo in truciolo. Infine, l'attrezzatura è il dispositivo utilizzato per bloccare saldamente il pezzo sulla macchina per evitare moti relativi indesiderati.



Figura 1 Componenti nelle lavorazioni per asportazione di truciolo

Questo tipo di lavorazioni hanno discreti vantaggi, tra cui la possibilità di ottenere tolleranze strette e finiture superficiali spinte, la realizzazione di parti con particolari (profili interni ed

esterni, spigoli vivi, ...) non conseguibili con altri processi, la possibilità di eseguire lavorazioni su parti trattate termicamente al fine di migliorare la durezza e la resistenza all'usura ed infine la convenienza economica, soprattutto per volumi di produzione relativamente bassi.

Mentre per quel che riguarda gli svantaggi troviamo lo spreco di materiale (trasformato in truciolo), gli elevati consumi di energia, i tempi di ciclo lunghi ed infine la manodopera specializzata.

2.1 Moti, parametri di taglio e tempo di lavorazione

Per permettere l'asportazione di materiale la macchina utensile necessita di effettuare movimenti relativi tra pezzo e utensile. Questi moti sono classificati in tre tipologie (Figura 2). Il moto di taglio è la componente principale del moto relativo utensile-pezzo, consente di rimuovere il materiale dalla superficie del pezzo, ovvero consente il distacco di parte del materiale (truciolo) dalla restante porzione (pezzo). Definisce anche direzione e velocità di taglio. Il moto di avanzamento (o di alimentazione) invece permette all'utensile di entrare in contatto con nuovo materiale da asportare al fine di estendere la lavorazione alla superficie per la sua interezza, definisce direzione e velocità di avanzamento. Infine, troviamo il moto di lavoro (o attivo) che è la composizione vettoriale dei moti di taglio e avanzamento.

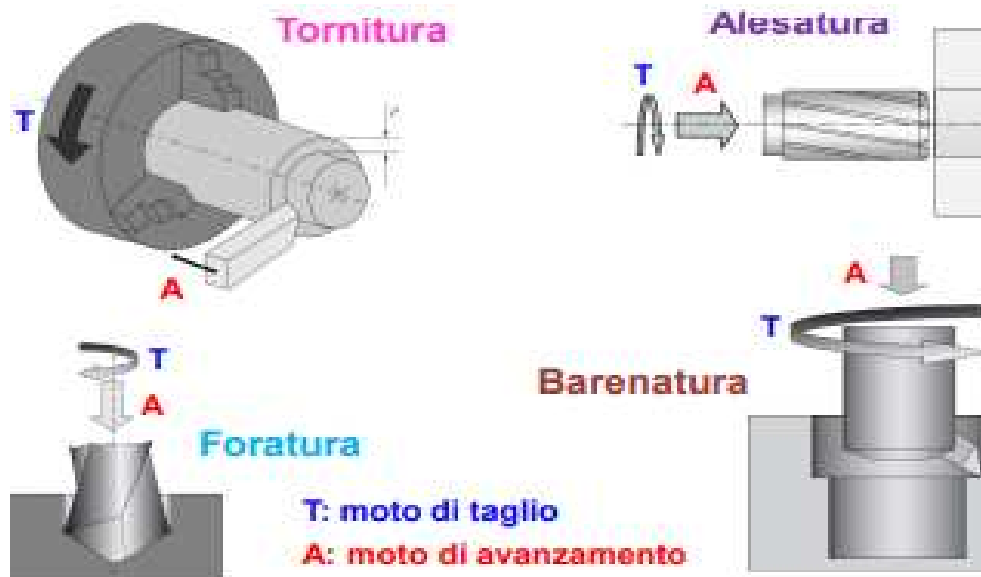


Figura 2 Moti principali nelle lavorazioni per asportazione di truciolo

Inoltre, per eseguire le operazioni di taglio, sono fondamentali altre tre grandezze. La velocità di taglio, ovvero, la velocità dell'utensile (o del pezzo) nella direzione del moto di taglio. Le sue tre grandezze fondamentali sono V_t , D , e n . La V_t [m/min] è la velocità periferica del moto circolare del pezzo (tornitura) o dell'utensile (fresatura, foratura, alesatura), la D [mm] è il diametro pezzo (tornitura) o utensile (fresatura, foratura, alesatura) ed infine la n [giri/min] è la velocità di rotazione pezzo (tornitura) o dell'utensile (fresatura, foratura, alesatura). Altra grandezza fondamentale per le operazioni di taglio è la velocità di avanzamento, V_a [mm/min], ovvero la velocità dell'utensile (o del pezzo) nella direzione

del moto di avanzamento. L'avanzamento "a" [mm/giro o mm/doppia corsa] è lo spostamento dell'utensile (o del pezzo) nella direzione del moto di avanzamento ad ogni giro o corsa di lavoro completa del pezzo (o dell'utensile). Infine, come ultima grandezza è la profondità di passata, "p", ovvero lo spessore di metallo da asportare misurato in direzione dell'avanzamento (Figura 3).

- Profondità di passata nella **tornitura longitudinale**:

$$p = \frac{D - d}{2}$$

- Profondità di passata nella **tornitura frontale**:

$$p = L - l$$

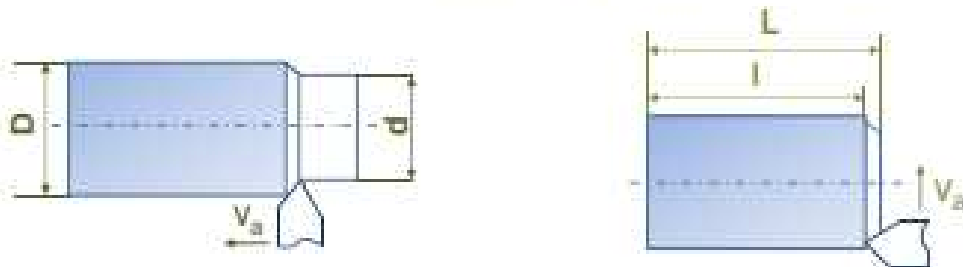


Figura 3 Profondità di passata

Altri parametri fondamentali della macchina utensile sono il tempo ciclo e la velocità di rimozione del materiale. Il tempo ciclo è l'intervallo di tempo durante il quale l'utensile, in moto relativo rispetto al pezzo, asporta il materiale dalla superficie del pezzo. Questo dipende dalle dimensioni delle superfici interessate alla lavorazione e dal valore assunto dai parametri di taglio. Mentre la velocità di rimozione del materiale è volume di materiale asportato nell'unità di tempo, viene ottenuta dal prodotto tra l'area della sezione del truciolo asportato e la velocità perpendicolare ad essa.

2.2 Caratteristiche geometriche e forma di utensili mono taglienti

Un altro componente fondamentale per questa lavorazione sono gli utensili. Questi hanno come obiettivo di entrare in contatto con il pezzo ed asportare materiale da quest'ultimo.

Le componenti fondamentali degli utensili mono taglienti sono (figura 4): Il portautensile che è la parte dell'utensile che sostiene l'inserto e ne consente l'aggancio. L'inserto, la parte dell'utensile che stabilisce il contatto con il pezzo e sulla quale si trovano superfici attive e taglienti. Il petto o faccia, la superficie attiva sulla quale si forma e scorre il truciolo. Il tagliente secondario, ovvero lo spigolo di intersezione tra petto e dorso secondario. L'arco di raccordo, che è un arco che raccorda i taglienti il cui raggio è indicato come raggio di punta. Il dorso o fianco, ovvero la superficie laterale adiacente al petto. Il dorso principale, la superficie laterale rivolta verso la superficie in lavorazione. Il dorso secondario, la superficie laterale rivolta verso la superficie lavorata. Infine il tagliente principale, ovvero spigolo di intersezione tra petto e dorso principale.

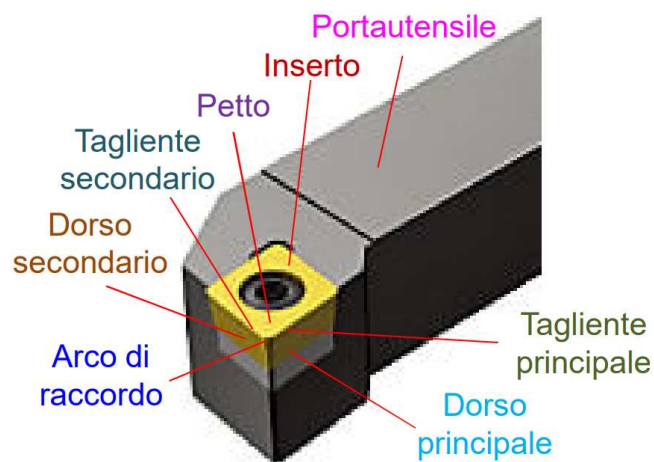


Figura 4 Componenti utensile monotagliente

2.3 Meccanica del processo di asportazione

La meccanica di base del processo di taglio viene idealizzata in modo semplice attraverso un modello bidimensionale, si fa riferimento alla condizione di taglio libero e ortogonale, che rappresenta lo schema più semplice per descrivere la formazione del truciolo in una lavorazione per asportazione di truciolo. Le condizioni di taglio libero e ortogonale sono, utensile con tagliente principale rettilineo e perpendicolare alla direzione del moto di taglio (taglio ortogonale), ed utensile più largo del pezzo con il truciolo vincolato al pezzo su un solo lato (taglio libero). Infatti, si assume che lo spessore del materiale asportato sia molto più piccolo della larghezza pezzo ($h_0 \ll b$). In più troviamo altre assunzioni come, utensile perfettamente affilato, assenza di contatto utensile-superficie lavorata, assenza di deformazione nel truciolo lungo la direzione del tagliente (larghezza truciolo pari a quella del pezzo) ed infine valori di V_t e H_0 (altezza del pezzo) costanti.

Grazie al taglio libero ed ortogonale riusciamo ad individuare tre angoli tra utensile e pezzo con proprietà differenti tra loro (Figura 5).

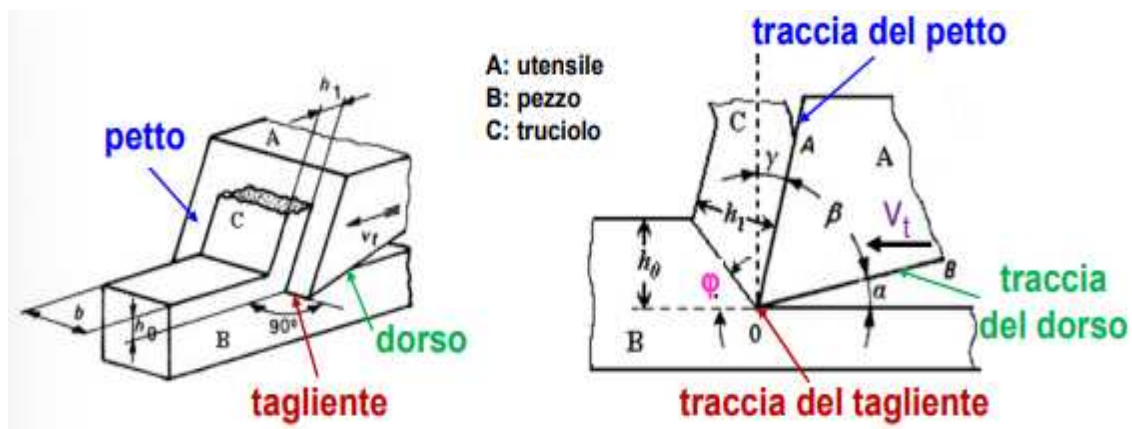


Figura 5 Componenti dell'utensile nel taglio libero ed ortogonale

L'angolo di spoglia frontale, ovvero l'angolo tra la traccia del petto e la perpendicolare alla direzione del moto di taglio, che favorisce la penetrazione del tagliente nel materiale (formazione del truciolo con minori deformazioni e forze per valori dell'angolo elevati). L'angolo di spoglia dorsale, che è l'angolo tra la traccia del fianco e la direzione del moto di taglio, che impedisce lo strisciamento del dorso sulla superficie del pezzo. Infine, l'angolo di taglio, ovvero l'angolo formato tra la traccia del petto e quella del dorso, che influenza la resistenza dell'utensile alle sollecitazioni meccaniche.

2.4 Il Truciolo

Il truciolo è una componente fondamentale in questo tipo di lavorazioni ed il suo processo di formazione viene studiato su scale differenti, una microscopica e una macroscopica. La scala microscopica è dove si ha una marcata distorsione della struttura cristallina del truciolo. Mentre la scala macroscopica è dove lo sviluppo di calore è notevolmente superiore a quello dovuto al solo attrito all'interfaccia petto-truciolo, lo spessore del truciolo è maggiore di quello indeformato e la durezza del truciolo è maggiore di quella del pezzo.

Quindi il meccanismo di formazione del truciolo è legato a una deformazione plastica e non al semplice distacco. Vi è infatti l'esistenza di due zone, una in cui si nota la presenza, nella sezione trasversale del truciolo, di linee parallele che indicano le direzioni lungo le quali avviene lo scorrimento del materiale. La seconda che denota la presenza di una zona molto ristretta che separa il materiale deformato da quello indeformato.

Quindi, la deformazione plastica è prodotta per scorrimento di piani cristallini lungo il piano di scorrimento inclinato dell'angolo (ϕ) rispetto alla direzione di taglio. Il piano di scorrimento è il piano sul quale la tensione raggiunge il valore necessario per provocare la deformazione di scorrimento.

La deformazione avviene gradualmente in una zona di transizione tra materiale indeformato (pezzo) e deformato (truciolo) delimitata da due superfici (zona di deformazione primaria). Vi è comunque la presenza di ulteriori zone di deformazione ovvero tra l'interfaccia truciolo-petto (zona di deformazione secondaria) e nella superficie lavorata (zona di deformazione terziaria).

La zona di deformazione primaria viene spiegata sottoponendo a lavorazione un materiale con struttura a grani equiassici. Si inizia la deformazione del grano in corrispondenza del piano CL e finisce la deformazione in corrispondenza del piano CM, vi è quindi una riduzione dell'estensione della zona di deformazione primaria al crescere di V_t , per l'avvicinamento di CL a CM (Figura 6).

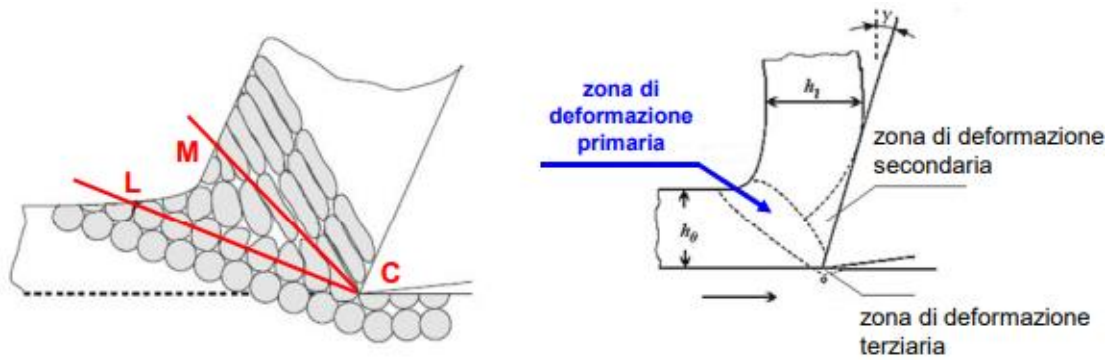


Figura 6 Zone di deformazione

Oltre a questo, la zona di deformazione primaria, per le normali V_t delle lavorazioni industriali, viene approssimata ad una zona definita da due piani // al piano di scorrimento.

La zona di deformazione secondaria invece, è localizzata sulla superficie di contatto truciolo-petto, in condizione di adesione all'interfaccia truciolo-petto, in prossimità del tagliente, per le elevate pressioni e temperature che si sviluppano durante l'asportazione. Il moto del truciolo sul petto è causato dallo scorrimento dei piani cristallini nella zona sottosuperficiale.

Infine, la zona di deformazione terziaria viene prodotta dallo strisciamento di una parte della superficie dorsale dell'utensile sulla superficie lavorata. Viene causata dall'arrotondamento del tagliente e dal ritorno elastico del materiale lavorato, questo può causare una fascia d'usura sul dorso ed un incrudimento della superficie lavorata.

Infine, sappiamo che il truciolo può essere di diverse tipologie, dipende dunque dalle caratteristiche meccaniche e metallurgiche del materiale lavorato, dal tipo di operazione, dagli angoli di taglio, dai parametri di taglio, dalle condizioni di lubrificazione all'interfaccia petto-truciolo.

Le possibili tipologie di truciolo sono: continuo, ondulato, segmentato e discontinuo. Il truciolo continuo o fluente è un tipo di truciolo per il quale è mantenuta la continuità del materiale (Figura 7). Viene ottenuto in condizioni di taglio stazionario (es. tornitura) e su materiali duttili con elevati valori di V_t . Questo tipo di truciolo conferisce una buona finitura superficiale ma ha la tendenza ad avvolgersi intorno all'utensile o al pezzo, rischiando di rompere l'inserto da taglio. Questo rischio viene evitato tramite la frammentazione del truciolo.

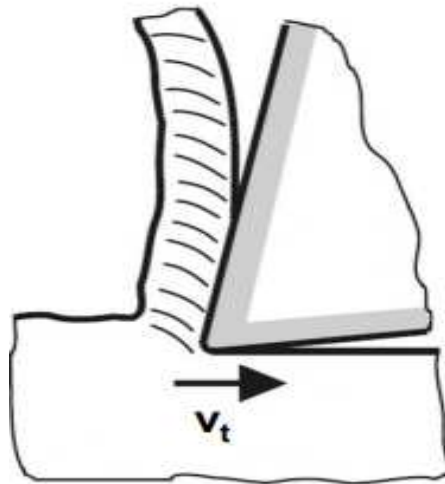


Figura 7 Truciolo continuo

La frammentazione è eseguita artificialmente utilizzando un dispositivo rompi truciolo. Quest'ultimo favorisce la formazione di truciolo frammentato nella lavorazione di materiali duttili in condizioni di taglio stazionarie.

Il principio dietro al dispositivo rompi truciolo è l'interposizione tra inserto e staffa di serraggio di una piastra con spigolo cuneiforme che, costringendo il truciolo a subire un marcato incurvamento, ne favorisce la rottura (Figura 8). Oppure vengono utilizzati inserti con scanalature sul petto che svolgono la funzione di rompi truciolo (preferita).

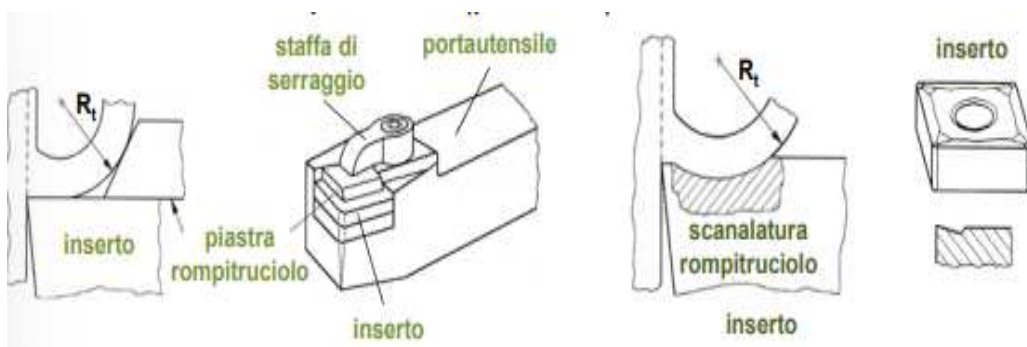


Figura 8 Dispositivi rompi truciolo

Il truciolo ondulato è un truciolo continuo con superficie libera caratterizzata da una ondulazione molto accentuata, l'ondulazione è originata dalla variazione periodica nel tempo dello stato di deformazione (Figura 9).

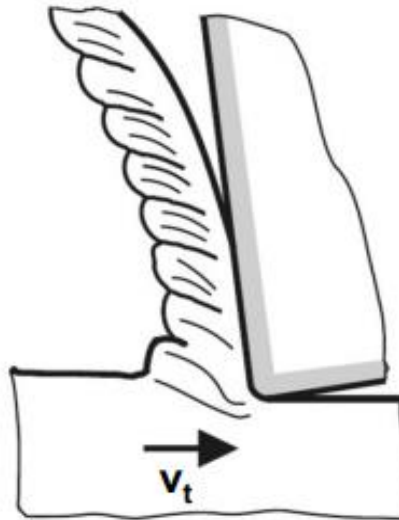


Figura 9 Truciolo ondulato

Il truciolo segmentato è causato dalla presenza di zone in corrispondenza delle quali la deformazione per scorrimento tende a localizzarsi, è caratteristico nei materiali a bassa conducibilità termica con resistenza che diminuisce drasticamente al crescere della temperatura (es. leghe di titanio) e nelle lavorazioni con V_t molto elevate (Figura 10).

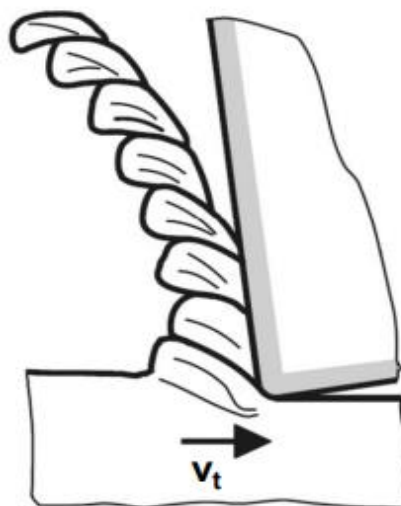


Figura 10 Truciolo segmentato

Il truciolo discontinuo è costituito da particelle metalliche completamente distaccate tra loro. Viene ottenuto in condizioni di taglio interrotto (es. fresatura), taglio stazionario su materiali fragili (es. ghisa), su materiali con inclusioni dure e impurezze ed infine con V_t molto alte o con valori elevati di p (Figura 11).

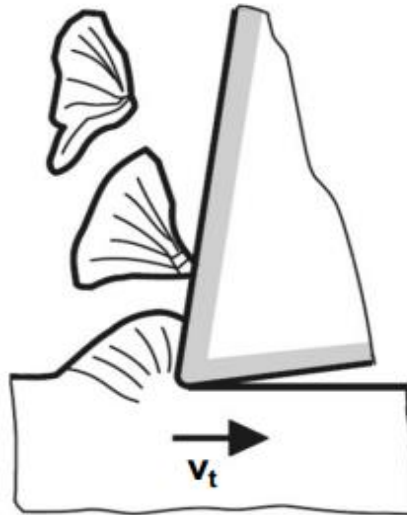


Figura 11 Truciolo discontinuo

Infine, il tagliente di riporto viene formato da strati di metallo fortemente incrudito adagiati sul petto in prossimità del tagliente. Questo cresce durante la lavorazione, sopravanzando il tagliente, fino a che la zona sporgente, sotto l'azione del momento flettente dovuto alla forza scambiata tra utensile e pezzo, ne provoca la rottura con formazione di frammenti.

Una parte dei frammenti del BUE si incastra nella superficie in lavorazione, la restante viene asportata dal truciolo. I frammenti nel truciolo aumentano l'usura sul petto, mentre i frammenti nella superficie lavorata determinano un peggioramento della rugosità superficiale ed il danneggiamento degli utensili usati nelle lavorazioni successive.

La continua ripetizione del ciclo porta alla crescita fino ad arrivare a rottura e formazione di frammenti metallici. Si sviluppa con materiali con forte tendenza all'indurimento, V_t basse o medie. Infine, le dimensioni del BUE decrescono all'aumentare di V_t fino alla scomparsa del tagliente da riporto per valori di velocità sufficientemente grande.

2.5 Forze scambiate tra utensile e pezzo

Nella condizione di taglio libero e ortogonale il truciolo è considerato come un corpo in equilibrio sotto l'azione delle forze applicate nella zona di contatto con l'utensile (R) e con il pezzo (R') (Figura 12). In condizione di equilibrio: $R=R'$ la Retta d'azione di R e R' prossima alla traccia del tagliente (punto C) si ipotizza che passi in C e si trascurano gli effetti del momento flettente.

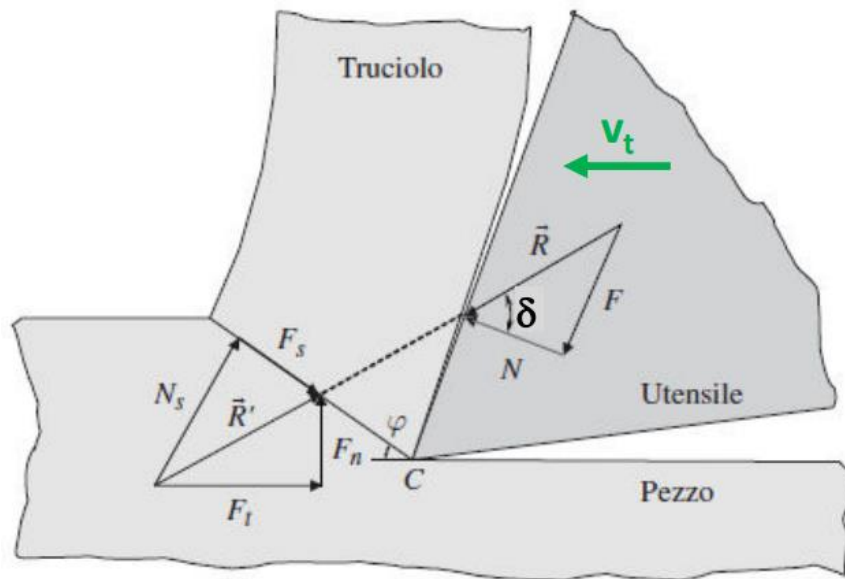


Figura 12 Forze scambiate tra utensile e pezzo

La risultante R scomposta in tre gruppi di componenti: in direzione // e perpendicolare al moto di taglio, in direzione // e perpendicolare alla faccia del petto e in direzione // e perpendicolare piano di scorrimento (Figura 13).

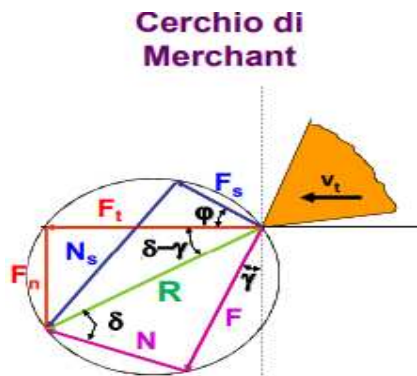


Figura 13 Cerchio di merchant

Le componenti di R permettono di derivare altre grandezze utili. La F_t : componente principale indicata come forza di taglio e permette la valutazione della potenza assorbita nel taglio. La F_n : forza di repulsione sono misurabile sperimentalmente mediante dinamometro. Le componenti N e F : consentono la determinazione delle condizioni di attrito all'interfaccia truciolo-petto (angolo δ). Le componenti N_s e F_s : sono importanti per la determinazione dello stato di sollecitazione cui il materiale è sottoposto nella zona di scorrimento.

Un'altra grandezza fondamentale è la pressione di taglio, ovvero, la forza di taglio per unità di area della sezione del truciolo indeformato, dipende, dalla resistenza del materiale in lavorazione, dall'area della sezione del truciolo indeformato, dal materiale e dalla geometria dell'inserto, dalla velocità di taglio V_t , dalle condizioni di attrito e dai valori di P_t , ottenuti attraverso misure sperimentali di F_t , validi solo per le condizioni adottate nella sperimentazione.

2.6 Potenza assorbita da asportazione e aspetti termici

La potenza assorbita dall'asportazione è dovuta dal prodotto della forza per la velocità in una direzione. Si consideri, come esempio, la tornitura longitudinale, la potenza calcolata considerando le seguenti componenti della forza risultante F_t : forza di taglio, F_n : forza di repulsione e F_a : resistenza all'avanzamento (Figura 14). L'espressione della potenza di taglio è uguale a: $W_t = F_t V_t + F_a V_a + F_n V_n$.

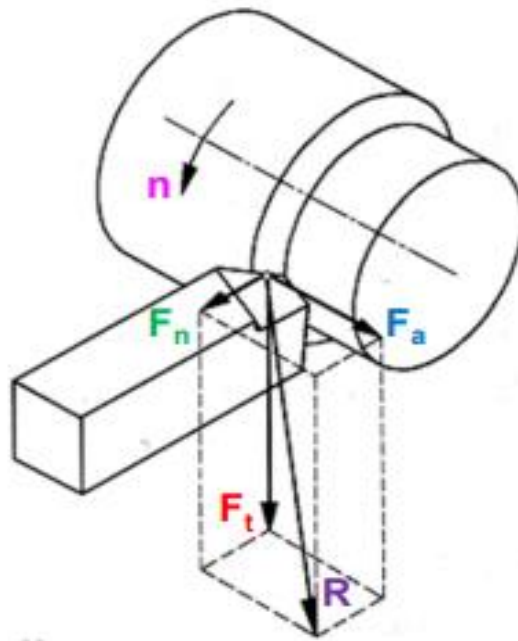


Figura 14 Forze nell'interfaccia utensile pezzo

Con buona approssimazione si può ritenere che W_t sia ottenuto come somma di due termini: W_s : potenza assorbita per causare la deformazione plastica di scorrimento nella zona di deformazione primaria e W_f : potenza dissipata nella zona di deformazione secondaria a causa dell'attrito all'interfaccia truciolo-petto. Mentre la potenza dissipata nella zona di deformazione terziaria trascurabile.

Per quel che riguarda l'aspetto termico dell'asportazione, quasi tutta l'energia assorbita nella formazione del truciolo è trasformata in calore che si sviluppa entro un volume molto limitato ed è dovuto dagli effetti termici dell'attrito all'interfaccia truciolo-petto sommati ai precedenti (Figura 15). Questo notevole aumento di temperatura nella zona di formazione del truciolo influenza: la resistenza meccanica dell'utensile, la resistenza all'usura

dell'utensile e l'accuratezza della lavorazione (perdite di precisione a causa delle deformazioni termiche).

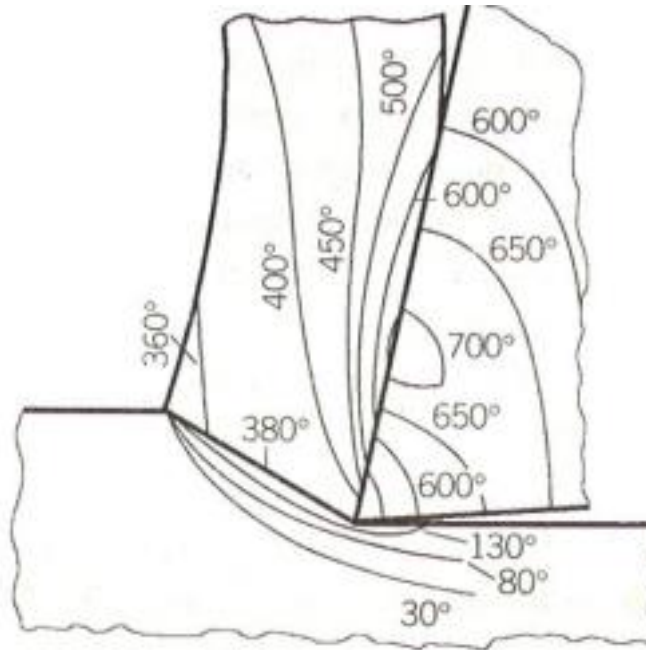


Figura 15 Distribuzione termica nell'utensile

Per quel che riguarda l'energia nelle lavorazioni per asportazione di truciolo è noto che. L'Energia specifica viene spesa nella formazione del truciolo (trasformata in calore) tramite la W_t : potenza di taglio, l' MRR : volume di truciolo asportato nell'unità di tempo, la A_0 : area della sezione del truciolo indeformato ed infine l'energia per unità di volume coincidente con la pressione di taglio. L'energia può essere espressa come U_s : energia specifica richiesta per la deformazione nella zona di scorrimento, U_a : energia richiesta per vincere l'attrito all'interfaccia truciolo-petto oppure come energia spesa nella formazione del truciolo. Quest'ultima ottenuta per buona approssimazione come, calore prodotto dalla trasformazione dell'energia distribuito in modo non equanime tra pezzo, truciolo e utensile o valutazione delle temperature solo con tecniche FEM.

2.7 Usura e degrado utensili

Un ulteriore aspetto importante da considerare durante le lavorazioni per asportazione di truciolo è l'usura. L'usura è l'asportazione progressiva di materiale dalla superficie dell'utensile. Un utensile eccessivamente usurato inficia negativamente la lavorazione, potrebbe appunto creare delle superfici con rugosità, geometrie o quote differenti da quelle richieste dal disegno. L'usura viene originata da diverse cause, tra le quali:

Usura per abrasione: prodotta dallo scorrimento sulla superficie dell'utensile di particelle dure e abrasive presenti nel materiale in lavorazione, si manifesta con grande evidenza sullo spigolo tagliente e sul fianco.

Usura per adesione: originata dalle elevate pressioni di contatto e temperature che provocano delle microsaldature localizzate tra truciolo e petto, che comportano lo strappamento dei micro-giunti allo scorrimento del truciolo sul petto con conseguente asportazione di materiale.

Usura per diffusione: originata da processi di mutua solubilità fra alcuni componenti dei materiali a contatto, accelerata dalle elevate temperature, si manifesta con migrazione di atomi attraverso l'interfaccia utensile-truciolo tipica nella lavorazione di acciai austenitici con carburi di W (passaggio di C da utensile a truciolo e di Fe da truciolo ad utensile).

Usura per ossidazione: causata dalla combinazione dell'ossigeno con alcuni elementi dell'utensile (es. W e Co), formazione di ossidi facilmente asportabili dal truciolo.

Usura per fatica termo-meccanica: provocata da sollecitazioni termo-meccaniche cicliche sull'utensile, è presente nei processi caratterizzati da continue variazioni di temperatura e forza di taglio (taglio interrotto) si formano cricche che conducono alla rapida rottura dell'utensile.

Scheggiatura: asportazione di particelle metalliche in prossimità del tagliente per effetto di urti o pressioni eccessive.

Deformazione plastica: si manifesta quando la temperatura nella zona di asportazione raggiunge valori tali da causare una riduzione della tensione del materiale dell'utensile.

Gli utensili subiscono diverse usure dipendentemente da vari fattori, le possibili usure sono:

Usura sul petto: si forma un cratere originato prevalentemente per diffusione e adesione.

Usura sul fianco: formazione del labbro d'usura, caratterizzato da una serie di striature // alla direzione di taglio, per abrasione.

Labbro d'usura: Provocato dallo strisciamento del dorso sulla superficie in lavorazione è sempre presente in maggiore o minore misura.

Influenza finitura e precisione e le principali dimensioni tra cui la larghezza.

Cratere d'usura: causato dall'usura per diffusione e per adesione che si manifesta a temperature e pressioni elevate, è presente solo negli utensili in materiali che consentono di raggiungere V_t elevate (Figura 16).

Non presente nella lavorazione dei materiali fragili che danno origine ad un truciolo interrotto (es. ghisa).

Determina l'indebolimento dell'utensile.

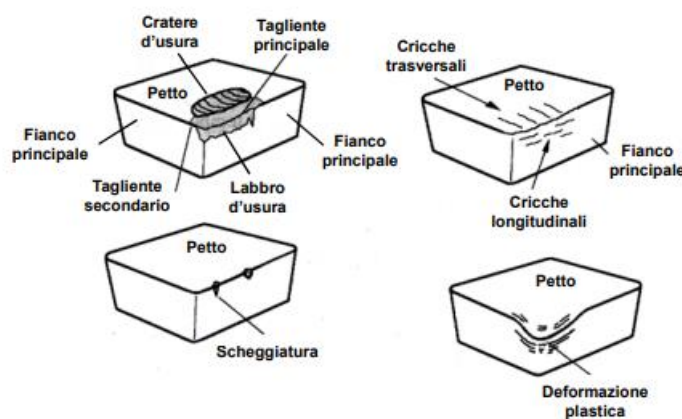


Figura 16 Usura utensili

Il comportamento all'usura viene studiato eseguendo prove di asportazione mantenendo costanti i valori dei parametri di taglio, le prove vengono interrotte a diversi valori del tempo di lavorazione per misurare l'usura sul fianco o sul petto.

I valori che caratterizzano l'usura sono (VB, KT, ...) graficati in funzione del tempo di lavorazione ottenendo delle curve di usura dell'utensile. Le curve si dividono in tre zone, la zona iniziale, caratterizzata dalla crescita marcata di VB per l'arrotondamento dello spigolo tagliente (I zona). Zona intermedia, con moderato incremento di VB che abbraccia la maggior parte della vita utile dell'utensile (zona II). Ed infine, la zona finale con rapida usura e inversione della curvatura (zona III).

La capacità di taglio è compromessa per la perdita delle caratteristiche di forma e dimensionali dell'utensile e l'aumento di forza e temperatura può condurre alla rottura dell'utensile. Per stabilire in modo oggettivo la durata utensile si utilizzano parametri facilmente misurabili chiamati criteri d'usura. Questi possono essere fissati in funzione del grado di usura massimo ammissibile sul fianco dell'utensile (VBlim), del grado di usura massimo ammissibile sul petto dell'utensile (KTlim), dei limiti di tolleranza ammissibili sul pezzo, della perdita di precisione conseguente alla presenza del labbro d'usura, dei limiti di rugosità superficiale ammissibili sul pezzo ed infine per perdita di finitura conseguente alla presenza del labbro d'usura.

Mentre per quel che riguarda la durata dell'utensile il criterio più utilizzato basato grado di usura massimo ammissibile sul fianco dell'utensile (VBlim). Quando $VB > VBlim$ si ha termine vita utile utensile. Agli utensili integrali viene ripristinata la geometria originale del tagliente mediante riaffilatura, mentre per gli utensili con inserti si sostituisce il tagliente mediante riposizionamento o cambio inserto. La VBlim dipende dal materiale dell'utensile e dal tipo di operazione.

La V_t è il parametro che influenza maggiormente l'usura essendo legato alla temperatura nella zona di asportazione, le prove vengono eseguite a diversi valori di V_t , mantenendo a e p costanti. L'intersezione delle curve con la retta per VBlim definisce la durata dell'utensile (T), con l'aumento di V_t si sposta la curva di usura verso l'alto e diminuzione della durata.

2.8 scelta parametri di taglio

La scelta dei parametri di taglio avviene in funzione delle lavorazioni da svolgere con la macchina utensile (Figura 17). Queste operazioni sono principalmente:

Sgrossatura: con la quale si vogliono asportare grandi quantità di truciolo mantenendo elevata la velocità di rimozione del materiale, ad esempio, nella tornitura (Lavorazione nella parte alta a sinistra della Figura 17). I parametri sono scelti in modo da massimizzare p poiché, è quello che esercita la minore incidenza su T (legge di Taylor per ricavare la durata dell'utensile) e mantenendo a valori moderati V_t per evitare l'eccessiva usura dell'utensile.

Finitura: che al contrario della sgrossatura vuole ottenere una superficie con finitura desiderata ha dei parametri scelti in modo che i valori di a siano bassi e quelli di V_t maggiori rispetto alla sgrossatura (Lavorazione in basso a destra della Figura 17).

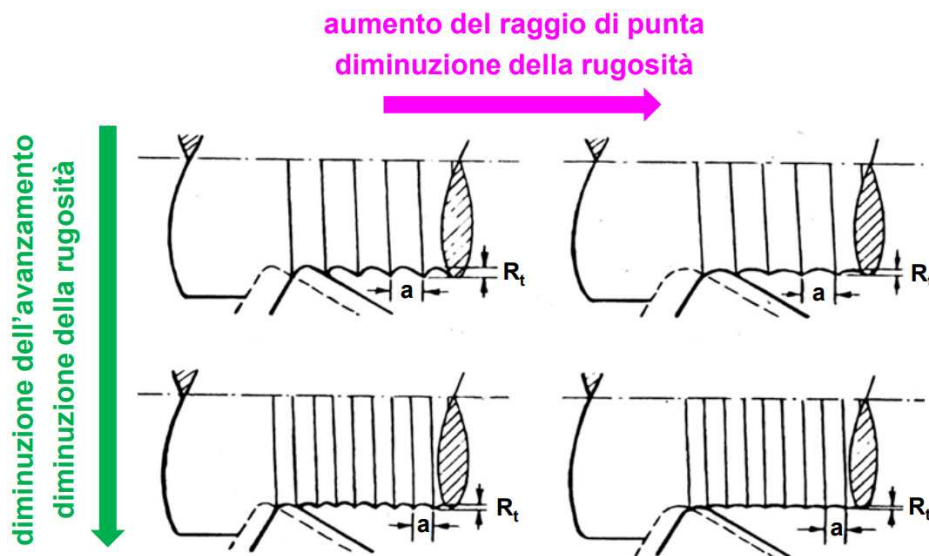


Figura 17 Parametri di taglio

2.9 fluidi di taglio, lavorabilità e materiali per utensili

I fluidi da taglio hanno come funzione quelle di lubrificante e refrigerante (fluidi lubro-refrigeranti). L'azione predominante è differente in base al tipo di lavorazione e ai parametri di taglio. Come altra funzione ha quella di favorire l'evacuazione del truciolo dalla zona di taglio e proteggere le superfici lavorate da ossidazione e/o corrosione.

Per lavorabilità alle macchine utensili si intende l'attitudine di un materiale a subire lavorazioni per asportazione di truciolo. Definita facendo riferimento ad uno dei seguenti criteri: durata del tagliente, forza ed energia assorbita nel taglio, finitura ed integrità superficiale ed infine tipo e forma del truciolo. L'insieme delle proprietà fisiche e meccaniche del materiale in lavorazione per un'elevata lavorabilità sono:

Bassa duttilità: consente formazione e distacco del truciolo con minimo scorrimento e facilita la rottura del truciolo.

Bassa τ : riduce l'entità della forza di taglio.

Bassa affinità chimica con il materiale dell'utensile: riduce il passaggio di atomi tra truciolo e utensile nella zona di contatto, quindi riduce l'usura per diffusione.

La ridotta presenza di inclusioni dure riduce l'usura per abrasione.

L'elevata conducibilità termica riduce le temperature nella zona di taglio e nella parte di utensile a diretto contatto.

Un basso punto di fusione comporta temperature non troppo elevate nella zona di taglio e riduce il rischio di deformazioni plastiche dell'utensile o di reazioni chimiche.

Per ottenere una buona prestazione dell'utensile quest'ultimo deve avere come proprietà:

Elevata durezza, soprattutto ad elevate temperature.

Elevata tenacità per resistere agli urti che sollecitano l'utensile in condizioni di taglio interrotto.

Elevata resistenza alla deformazione plastica che può presentarsi a causa delle elevate sollecitazioni meccaniche e termiche agenti sull'utensile.

Elevata resistenza all'usura causata dallo strisciamento del truciolo sul petto e della superficie lavorata sul dorso dell'utensile.

Elevata conducibilità termica allo scopo di favorire lo smaltimento del calore dalla zona di taglio.

Elevata inerzia chimica per evitare che si esalti il fenomeno dell'usura.

Basso coefficiente d'attrito allo scopo di impedire eccessivi riscaldamenti nella zona di taglio.

Per ottenere queste proprietà i materiali da utilizzare negli utensili sono: Acciai al carbonio e acciai debolmente legati, Acciai rapidi e superrapidi (High-Speed Steels, HSS), Leghe fuse di cobalto (stelliti), Carburi metallici sinterizzati (metalli duri), Carburi metallici rivestiti, Materiali ceramici, Nitruro di boro cubico (CBN), Diamante policristallino (PCD).

2.10 tornitura, scanalatura e filettatura

Le lavorazioni basilari per una macchina utensile sono la tornitura, scanalatura e filettatura.

La tornitura permette di lavorare pezzi di forma assialsimmetrica generando superfici cilindriche, piane, coniche, ..., utilizzando un utensile a punta singola. Ha come componenti il Moto di taglio (rotatorio continuo) del pezzo, Moto di avanzamento (traslatorio continuo) dell'utensile o del pezzo, ed il Moto di lavoro o elicoidale. La tornitura permette la creazione di varie superfici, tra cui:

Superfici cilindriche: avanzamento longitudinale parallelo all'asse del pezzo.

Superfici piane: avanzamento longitudinale parallelo all'asse del pezzo ed avanzamento trasversale e perpendicolare all'asse di rotazione del pezzo.

Superfici coniche: avanzamento con moto rettilineo secondo una direzione complanare ed obliqua rispetto all'asse di rotazione del pezzo.

Superfici sferiche: avanzamento longitudinale e trasversale tali da far descrivere all'utensile un arco di cerchio con asse perpendicolare a quello di rotazione del pezzo.

Superfici di rivoluzione di forma generica: combinazioni generiche di avanzamenti longitudinale e trasversale.

Filettature: avanzamento longitudinale di un utensile di forma pari al passo del filetto che si vuole realizzare.

La tornitura può essere esterna (Figura 18):

1. Tornitura longitudinale
2. Tornitura di profili
3. Tornitura frontale (sfacciatura)



Figura 18 Tornitura esterna

Oppure interna (Figura 19):

1. Tornitura longitudinale
2. Tornitura di profili

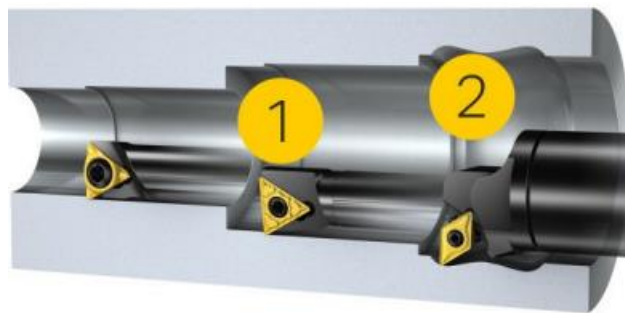


Figura 19 Tornitura interna

La troncatura è eseguita soprattutto in macchine con alimentatore a barre e viene utilizzata principalmente per tagliare il pezzo prima dell'espulsione dalla macchina (Figura 20).

1. Troncatura poco profonda
2. Troncatura media
3. Troncatura profonda



Figura 20 Troncatura

Il filetto è un importante elemento meccanico per l'accoppiamento maschio femmina tra componenti (Figura 21). Viene creato con l'utilizzo di utensili appositi e velocità di avanzamento e di taglio costanti, mentre la profondità di passata aumenta nelle passate.

La filettatura può essere esterna quando il filetto si avvolge all'esterno di un cilindro pieno (si ottiene una vite), mentre si dice interna quando il filetto si avvolge all'interno di un cilindro cavo (si ottiene una madrevite).

La cresta del filetto ovvero la punta del profilo verso il vuoto rappresenta, nella vite il diametro esterno (D_e) della filettatura mentre, nella madrevite individua il diametro interno (d_i). Il fondo del filetto è la base del profilo e corrisponde alla lavorazione più interna, verso il materiale, nella vite individua il diametro interno (D_i) della filettatura mentre nella madrevite individua il diametro esterno (d_e). Il diametro nominale è la dimensione convenzionale pari al diametro esterno sia della vite che della madrevite. Il passo (p) è la distanza, misurata lungo l'asse, tra due punti omologhi di due filetti consecutivi (ad es. tra le creste).

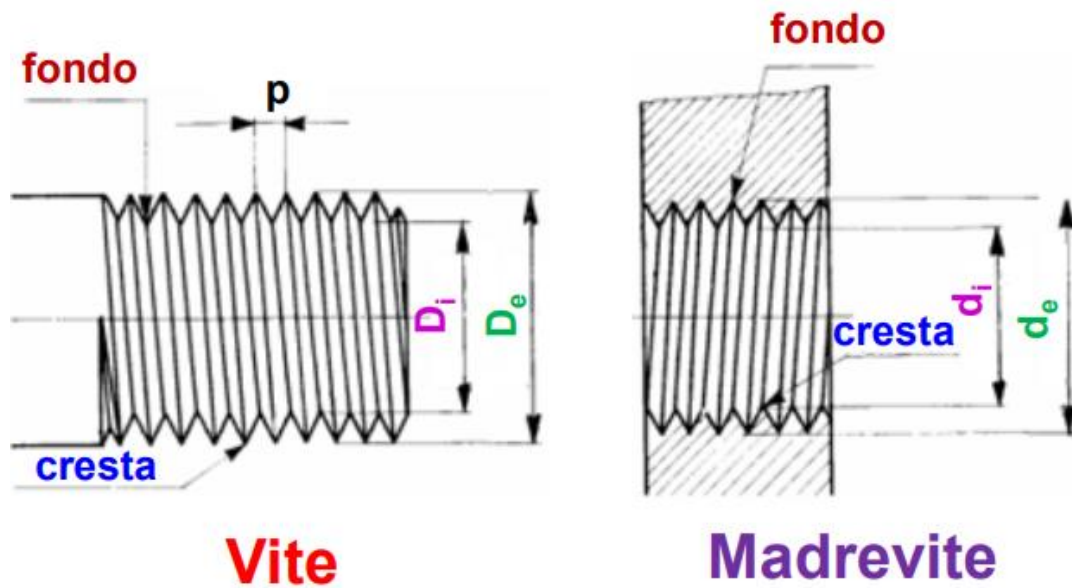


Figura 21 Filettatura

La foratura consente di ottenere fori con livello di precisione grossolano tramite punte. Per realizzare fori quando l'asse del foro coincide con quello del pezzo si utilizza una punta elicoidale utilizzata al posto della contropunta. Mentre per la realizzazione di fori non assiali si utilizzano dei portautensili motorizzati, che conferiscono il moto rotatorio alla punta e riescono così a forare il pezzo, che in questo caso rimane fermo in posizione.

Con allargatura dei fori, alesatura o barenatura dipendentemente dalla tipologia di utensile utilizzato, si intendono tutte quelle lavorazioni di precisione svolte su fori pre eseguiti o presenti da grezzo (Figura 22). Serve ad allargare e migliorare la qualità di un foro preesistente.

A Alesatura con avanzamento del mandrino
B Alesatura con avanzamento del pezzo
C Alesatura con barra d'alesatura

D Barenatura
E Foratura
F Filettatura interna

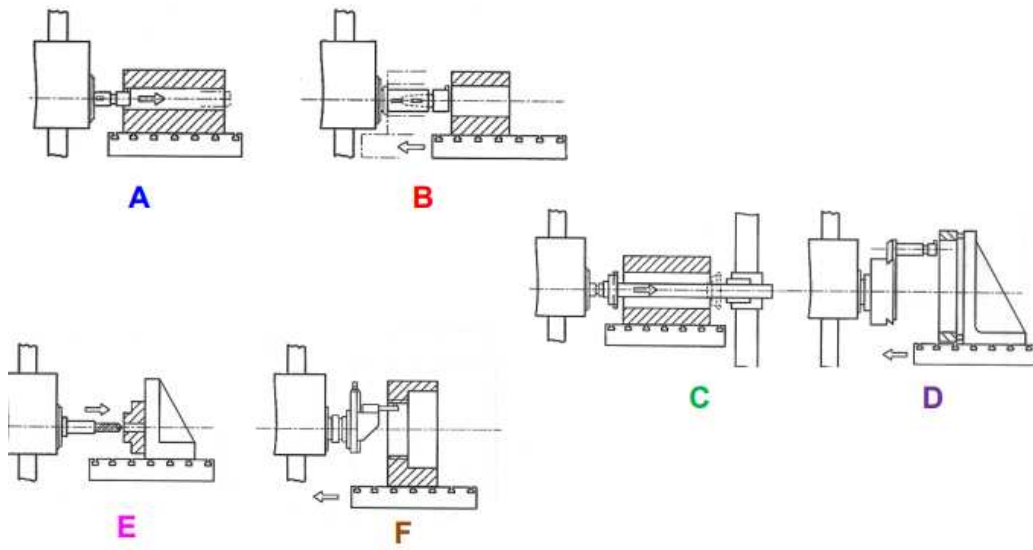


Figura 22 Alesatura, barenatura, foratura e filettatura interna

2.11 descrizione generale del funzionamento di una macchina a cnc

Le macchine cnc funzionano grazie alla combinazione di componenti meccanici, elettronici ed alcune tipologie di sensori. Queste ultime, tramite un PLC (Figura 23), riescono a fornire gli input necessari per azionare le varie componenti.

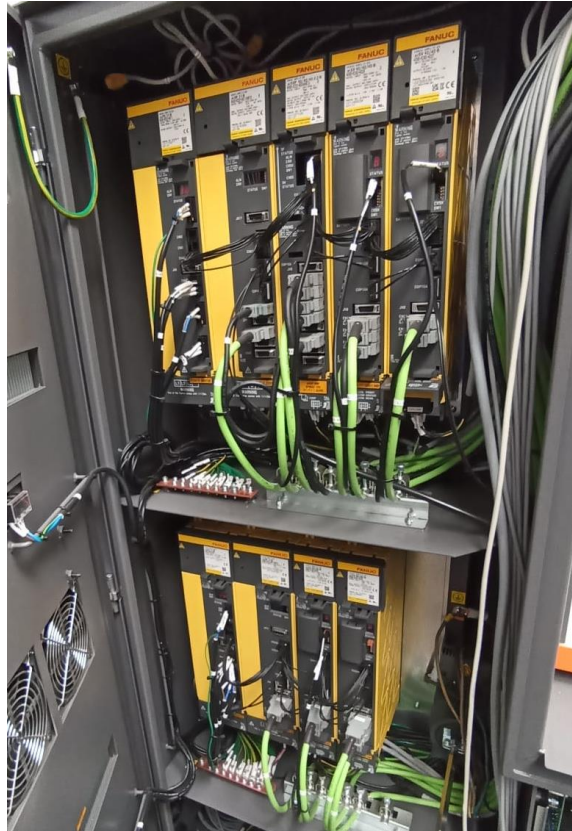


Figura 23 PLC

Il PLC è un sistema elettronico a funzionamento digitale, è destinato all'uso in ambito industriale ed utilizza una memoria programmabile per l'archiviazione interna di istruzioni orientate all'utilizzatore. Implementa funzioni logiche, di sequenziamento, di temporizzazione, di conteggio e calcolo aritmetico. Infine, controlla mediante ingressi e uscite sia digitali che analogici, vari tipi di sistemi semplici e/o complessi.

L'obiettivo delle macchine a cnc è quello di automatizzare il più possibile le lavorazioni per asportazione di truciolo, eliminando gran parte del lavoro da parte dell'operatore. Per generare il pezzo troviamo vari passaggi da eseguire e varie componenti da utilizzare.

Come primo passaggio troviamo l'inserimento della barra all'interno del mandrino tramite il caricabarre. Il caricabarre è un elemento esterno alla macchina utensile che viene collegato a quest'ultima, sia meccanicamente che elettronicamente, per automatizzare il cambio barra. È un elemento fondamentale per rendere le lavorazioni per asportazione di truciolo automatizzate, evitando il caricamento manuale dalla barra all'interno della macchina utensile.

Successivamente la pinza del mandrino (Figura 23) viene chiusa per serrare la barra, non appena quest'ultima è entrata sufficientemente nell'area della lavorazione.

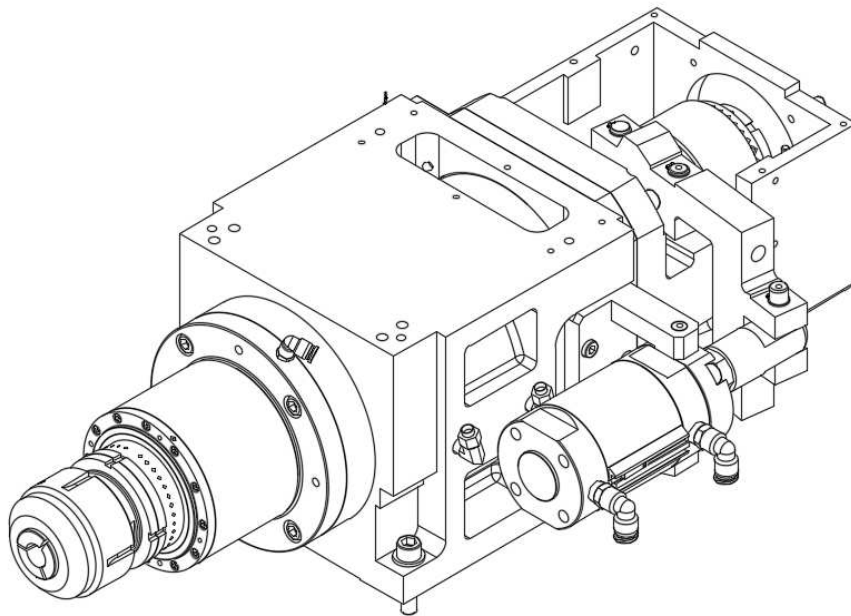


Figura 23 Mandrino principale

La chiusura, o l'apertura della pinza avviene tramite un sistema pneumatico di biella manovella (Figura 24).

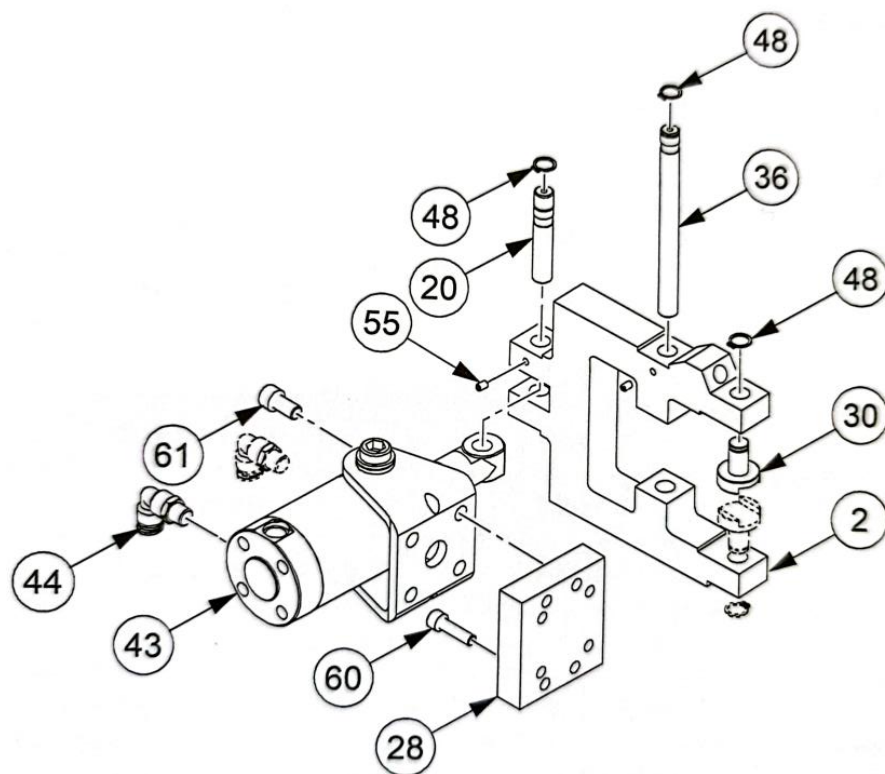


Figura 24 Sistema apertura/chiusura pinza

Quando il sistema di chiusura si aziona il tubo di spinta (elemento n.7 della Figura 25) viene mosso tramite il pattino (elemento n.29 della Figura 25) verso il bicchiere (elemento n.73 della Figura 25), quest'ultimo spinge la pinza (elemento n.73 della Figura 25) verso la cuffia (elemento n.74 della Figura 25) facendola chiudere. Vengono inoltre utilizzati degli elementi chiamati martelletti (elemento n.17 della Figura 25) che agevolano il serraggio.

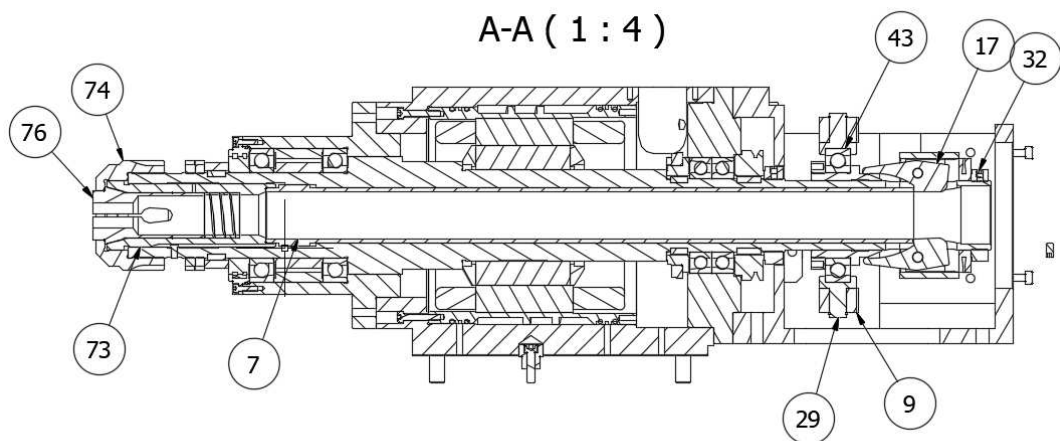


Figura 25 Sezione del mandrino

Dopo la chiusura della pinza inizia la lavorazione tramite l'avvicinamento dell'utensile alla barra messa in rotazione da mandrino o viceversa. Infine, il pezzo viene passato ad un secondo mandrino chiamato "contromandrino", utilizzando un sistema di apertura e chiusura pinza, che, dopo aver finito anche la lavorazione posteriore, lo espelle dalla macchina tramite un sistema di espulsione pneumatico (Figura 26) ed un nastro trasportatore.

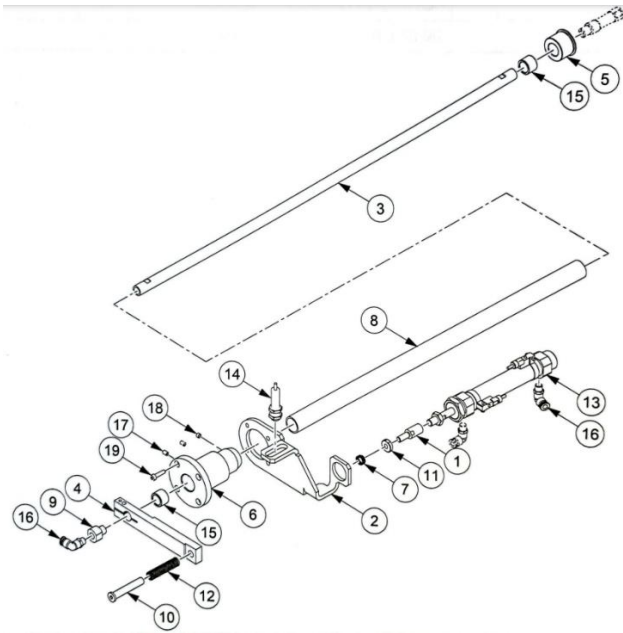


Figura 26 Espulsore

Il sistema di espulsione ha come principio di funzionamento un cilindro pneumatico, che riesce a far muovere un espulsore, ovvero un cilindro di diametro modificabile rispetto alla geometria del pezzo lavorato, all'interno del contromandrino.

3 IMPLEMENTAZIONE DI UN BRACCIO PNEUMATICO IN UNA FANTINA MOBILE

La macchina sulla quale sono stati implementati i sistemi si chiama XDI 32 ed è una macchina utensile a fantina mobile, dotata di tecnologia all'avanguardia nella movimentazione degli assi.

Le problematiche riscontrate sono state la presenza di ammaccature su semilavorati durante l'espulsione della parte.

L'elevata usura degli inserti dovuta alla presenza di un'unica rastrelliera portautensili nel mandrino che costringeva ad attuare lavorazioni con profondità di passata elevate. Diminuendo di molto la vita utile dell'inserto.

Per riservatezza non mi è possibile mostrare in questo lavoro di tesi le immagini che evidenziano le problematiche sopra citate.

La risoluzione all'usura degli inserti è stata sviluppata dalla casa costruttrice hanwha, che ha implementato una doppia rastrelliera sul mandrino. Quest'ultima non solo riduce la profondità di passata del singolo utensile, allungandone la vita, ma è inoltre molto più competitiva delle altre ad una sola rastrelliera. Infatti, grazie all'aggiunta di una seconda rastrelliera il tempo ciclo viene diminuito di molto, anche in relazione alla complessità della parte da realizzare.

Come metodo di risoluzione delle ammaccature presenti sulla parte, si è attuata l'implementazione di un braccio pneumatico all'interno della macchina utensile a fantina mobile. Si tratta di un sistema necessario per mantenimento della finitura superficiale del pezzo, al momento dell'espulsione di quest'ultimo dalla macchina.

3.1 La XDI 32

La macchina sulla quale si basa la tesi è la XDI 32 (Figura 27), sviluppata da hanwha e di ultima generazione, che sfrutta la tecnologia a fantina mobile, con o senza bussola, per eseguire le lavorazioni.



Figura 27 XDI 32

La fantina mobile o in inglese Swiss Type Lathe, in onore degli orologiai svizzeri che a fine '800 introdussero questa tecnologia per accelerare e standardizzare la produzione di orologi, è una macchina utensile ad altissima precisione e produttività. Inoltre, questa macchina è molto versatile grazie all'invenzione della "bussola di guida", un componente meccanico che serra il pezzo evitando le oscillazioni dovute dalla sua eccessiva lunghezza, permettendo così anche la tornitura di pezzi molto lunghi.

La XDI 32 possiede 9 assi e 3 canali indipendenti tra loro, questo permette, grazie anche alle 32 sedi portautensili motorizzate e no, di abbassare notevolmente i tempi ciclo aumentando di molto la produttività. Come ulteriori specifiche tecniche generali ha un controllo numerico Fanuc 31iB, un diametro massimo tornibile di 32 mm, una massima lunghezza tornibile con la bussola di 350 mm, un ingombro B x P x A di 2910 x 1710 x 2010 mm ed un peso lordo di 6350 kg. Per quel che riguarda le specifiche del mandrino principale (Figura 28) troviamo una velocità dai 200 ai 6500 giri/min ed un elettromandrino da 2.2 / 5.5 kW.

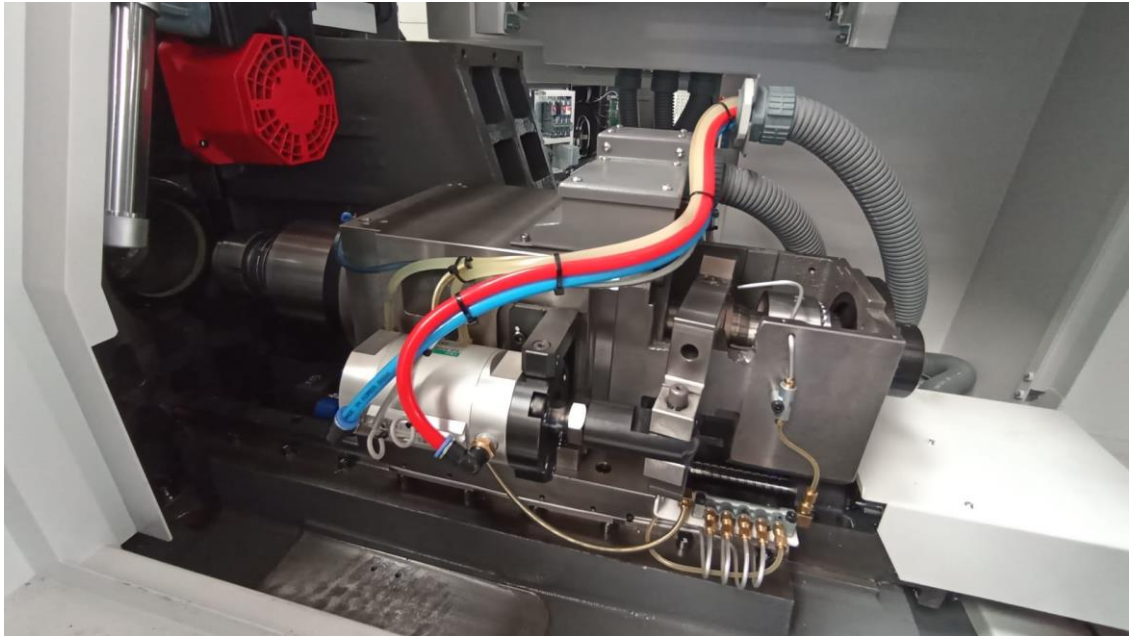


Figura 28 Mandrino principale

Inoltre, come specifiche di utensili e di movimento (Figura 29) possiede una slitta a pettine “1” avente, 4 utensili da tornitura e 4 utensili rotanti trasversali con motorizzati fino a 6000 giri/min, una potenza motori di 2.2 kW e con asse X1 Y1 e Z1. Una slitta utensile “2” con stesse caratteristiche della slitta 1 per quel che riguarda i motori, ma con 3 utensili da tornitura, 3 utensili rotanti trasversali, 7 utensili da foratura. Una slitta 3 in configurazione smart con 6 utensili frontali (fissi/rotanti), 3 utensili radiali rotanti, 2 utensili da tornitura ed un’unità di foratura motorizzata da 1 kW e 6000 giri/min massimi.

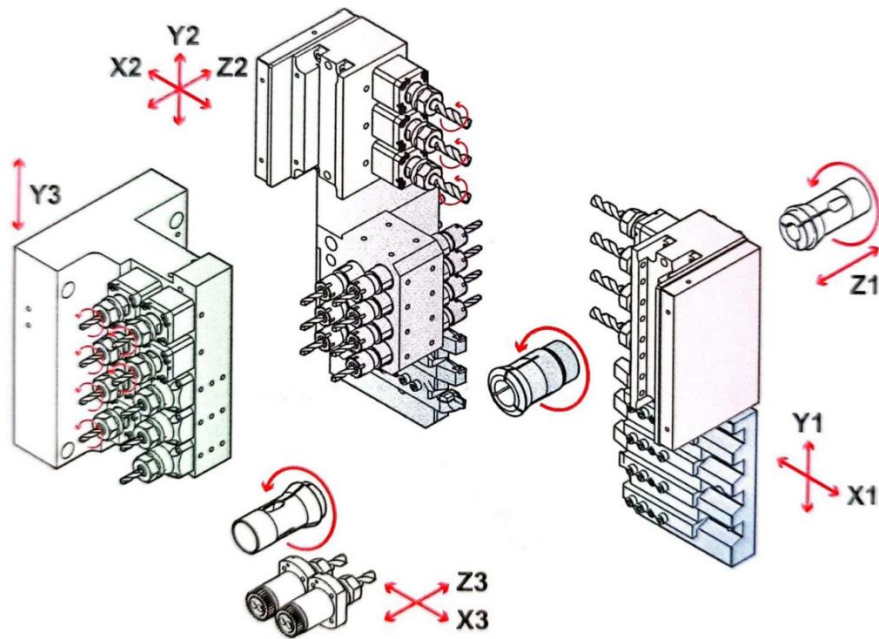


Figura 29 Movimentazione degli assi

Infine, le specifiche del contromandrino (Figura 30) sono simili a quelle del mandrino principale, a differenza del foro da 38 mm e della presenza di 2 stazioni rotanti posizionate lateralmente rispetto al contromandrino.



Figura 30 Contromandrino

Come altro componente la macchina è fornita di un braccio pneumatico, sviluppato dall'azienda per risolvere varie problematiche riscontrate dal cliente. Queste problematiche

dipendono dalla finitura superficiale che il pezzo deve possedere alla fine della lavorazione, che con un tradizionale metodo di espulsione non è possibile raggiungere.

I tradizionali metodi di espulsione prevedono che il contromandrino, non appena finita la lavorazione, si sposti nella direzione di un cestello posizionato a lato della macchina per espellere il pezzo e tramite un nastro trasportatore farlo uscire dalla macchina. L'espulsione è regolata da un pistone pneumatico, posto a lato del contromandrino, tramite il quale un cilindro si muove assialmente all'interno del foro del contromandrino, spingendo il pezzo al di fuori della pinza precedentemente aperta. Questa pratica può compromettere la finitura superficiale del pezzo tramite ammaccature, anche non visibili ad occhio nudo, dovute dall'impatto del pezzo con il cestello.

Come soluzione è stato sviluppato un sistema di scarico pezzo con l'utilizzo di un braccio pneumatico che, grazie al suo movimento, riesce a maneggiare il pezzo senza ammaccarlo.

3.2 Braccio pneumatico

Il braccio pneumatico è composto da varie parti meccaniche, pneumatiche e sensoristiche (Figura 31).



Figura 31 Braccio Pneumatico

Il funzionamento avviene tramite aria compressa, comandata da elettrovalvole (Figura 32), azionate dal PLC.

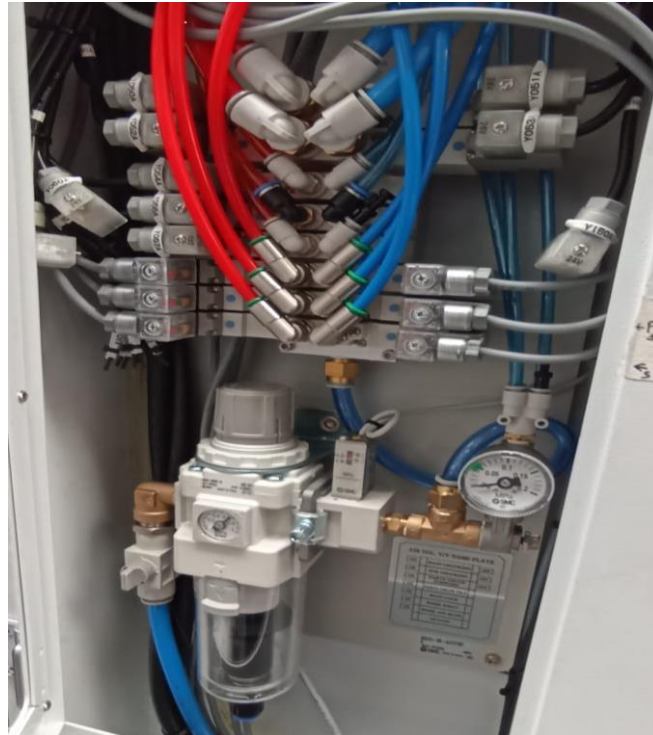


Figura 32 Raccordo pneumatico e filtro

L'aria viene distribuita alle componenti tramite un sistema di tubazioni, riuscendo a fornire, alla slitta, al sistema di rotazione ed infine alla mano, l'aria per azionarsi. I sensori (Figura 33) vengono utilizzati per i fine corsa delle componenti meccaniche, dato che quest'ultime sono pneumatiche e quindi di difficile regolazione rispetto a componenti elettroniche.



Figura 33 Sensore di prossimità

Inoltre, i sensori collegati al PLC, svolgono una funzione di sicurezza per la macchina.

Il braccio è articolato in tre movimenti, uno assiale lungo la slitta, uno rotazionale verso il contromandrino o verso il nastro ed infine uno di stretta e rilascio della mano. I tre movimenti sono strettamente legati tra loro dalle sicurezze imposte dal software PLC, rispetto ai segnali ricevuti dai sensori, che proteggono il braccio da collisioni con altre componenti all'interno della macchina. Ad esempio, il braccio non può muoversi assialmente lungo la slitta se è ruotato verso il contromandrino.

Il sistema inizia il ciclo quando il pezzo viene lavorato dal contromandrino, ed il braccio si posiziona assialmente davanti alla testa del contromandrino. Non appena il contromandrino, conclusa la lavorazione, arriva in posizione il braccio si aziona e pone la mano o il cestello (Figura 34) di fronte al pezzo.

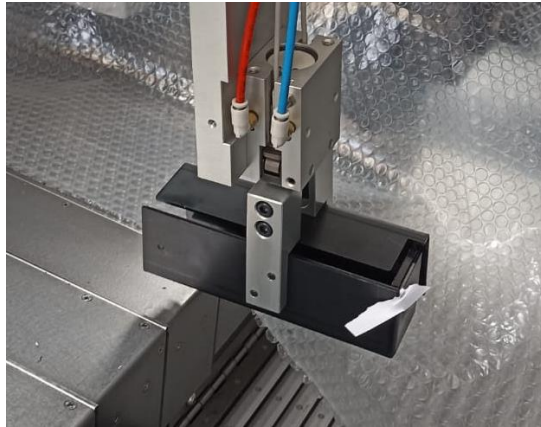


Figura 34 Cestello raccogli pezzo

La parte interna del cestello è rivestita da un materiale plastico così da attutire l'impatto dovuto all'espulsione dal contromandrino. Quest'ultimo espelle il pezzo mentre il cestello o la mano lo raccolgono chiudendosi. Infine, braccio ruota verso il tappeto, si muove assialmente per arrivare al di sopra dell'area designata per lo scarico ed infine apre il cestello o la mano per far cadere il pezzo sul nastro trasportatore, quest'ultimo lo trasporta al di fuori della macchina. Il pezzo esce dalla macchina privo di ammaccature e con tempi competitivi rispetto ai sistemi tradizionali di scarico pezzo.

Le componenti necessarie per assemblare il braccio sono molteplici e sono elencate nella Figura 36.

| ELEMENTO | QTÀ | NUMERO PARTE | DESCRIZIONE |
|----------|-----|--|---|
| 1 | 1 | NN-100-004-064-01 | Cilindro lineare supportato CY1S32TF-900BZ |
| 2 | 1 | XI-320-124-005-00B | Staffa per mano |
| 3 | 1 | XI-320-124-001-00 | Traversa per cilindro orizzontale |
| 4 | 1 | XI-320-124-002-00 | Piasta di rinforzo DX per traversa |
| 5 | 1 | XI-320-124-003-00 | Piasta di rinforzo SX per traversa |
| 6 | 1 | XI-320-124-004-00 | Staffa per cilindro rotativo |
| 7 | 1 | Assemblaggio cestello quadrato | |
| 8 | 1 | RJ2015_CY1S32-Z | CY1S-Z_ABSORBER-Magnetically Coupled Rodless Cylinder Slider Type/Slide Bearing |
| 9 | 2 | CY1S32-Z_ADJUST | CY1S-Z_ADJUST-Magnetically Coupled Rodless Cylinder Slider Type/Slide Bearing |
| 10 | 4 | NN-065-001-036-03 | Regolatore 90 1-8 6 AS2201F-01-06SA |
| 11 | 2 | KQ2L04-M5A | |
| 12 | 1 | XI-320-124-034-00 | Staffa per catenaria lato cursore |
| 14 | 1 | XI-320-124-033-00 | Riparo tubi aria e cavo |
| 15 | 1 | NN-EL-PRO-026 | Proximity N.C. 24 Vdc M8x59 con connettore Sn4 BES M08MI-PS0 |
| 16 | 1 | XI-320-124-036-00 | Sgocciolatoio superiore |
| 17 | 1 | XI-320-124-035-00 | Supporto superiore catenaria |
| 18 | 2 | XI-320-124-019-00 | Supporto fermo corsa |
| 19 | 1 | XI-320-124-020-00 | Tassello ferma corsa |
| 20 | 1 | XI-320-124-012-00 | Astuccio per cuscinetti |
| 21 | 1 | XI-320-124-010-00 | Attacco per staffa porta mano |
| 22 | 1 | XI-320-124-008-00 | Distanziale interno astuccio |
| 23 | 1 | XI-320-124-009-00 | Distanziale esterno astuccio |
| 24 | 1 | XI-320-124-011-00 | Anello di bloccaggio albero |
| 25 | 1 | XI-320-124-012-00 | Staffa di rotazione |
| 26 | 1 | XI-320-124-014-00 | Attacco superiore per cilindro |
| 27 | 1 | XI-320-124-015-00 | Attacco inferiore per cilindro |
| 28 | 2 | JIS B 1521 - 6006 30x55x13 | Cuscinetto a sfere con scanalatura profonda |
| 29 | 1 | XI-320-124-007-00 | Disco astuccio |
| 30 | 1 | XI-320-124-013-00 | Perno di attacco cilindro |
| 31 | 1 | XI-320-129-016-00 | Perno di attacco cilindro-forcella |
| 32 | 2 | XI-320-124-018-00 | Supporto deceleratore |
| 33 | 1 | XI-320-129-017-00 | Supporto perno cilindro pistone |
| 34 | 2 | NN-100-005-012-01 | Deceleratore ACE MA50EUM_B_2 (M10x1) |
| 35 | 1 | NN-100-004-062-01 | Cilindro SMC CDQ2B40TF-70DZ |
| 36 | 1 | XI-320-124-031-00B | Riparo anteriore cilindro rotativo |
| 37 | 1 | XI-320-124-030-00B | Riparo posteriore cilindro rotativo |
| 38 | 1 | TKA30.060.025.55-610 TS0/0/1(1,697,0,697) | TKA30-TKA series |
| 39 | 1 | XI-320-124-032-00 | Carter posteriore |
| 40 | 1 | XI-320-124-021-00 | Piastra porta lampada |
| 41 | 1 | XI-320-124-037-00 | Lamiera per tetto |
| 42 | 1 | XI-320-124-004-00 | Staffa per cilindro rotativo |
| 43 | 1 | 27941 | |

Figura 36 Distinta componenti braccio pneumatico

3.3 Attrezzatura utilizza

Durante l'assemblaggio è stato necessario utilizzare varie tipologie di strumenti come:

- chiavi a brugola (Figura 37): chiave capace di serrare una vite a brugola



Figura 37 Chiavi a brugola

- chiavi inglesi (Figura 38): attrezzo meccanico per stringere (o allentare) dadi e bulloni munito di un nottolino che ne regola l'apertura permettendo di adattarsi a diversi spessori



Figura 38 Chiave inglese

- Calibro (Figura 39): misura la larghezza di un oggetto, la distanza tra due facce piane in una concavità, la profondità di un foro. È diviso in tre parti: una fissa, una mobile e un'asticina. Nella parte fissa troviamo un becco verso l'alto e un becco verso il basso e i corrispondenti si trovano nella parte mobile. I beccucci, che sono smussati

alle estremità per misurare gli spazi più piccoli, servono per misurare la lunghezza o il diametro, mentre l'asticina misura la profondità.



Figura 39 Calibro

3.4 Installazione del braccio pneumatico

Per l'installazione del braccio pneumatico è stato necessario l'utilizzo di tavole sviluppate al CAD (Figura 40), per assicurarsi che tutti i componenti fossero assemblati correttamente.

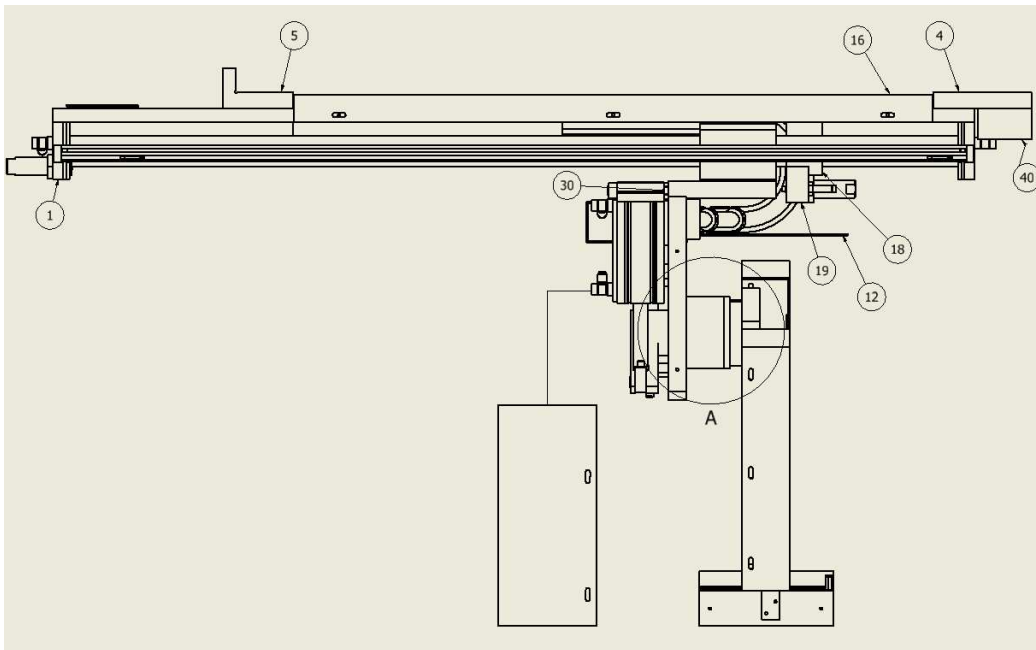


Figura 40 Tavola assieme braccio pneumatico

L'assemblaggio è iniziato dalla slitta di movimento assiale, che è stata collegata alla parte superiore interna della macchina, tramite viti. Successivamente sono stati inseriti i fermi meccanici per aumentare la sicurezza, gli smorzatori meccanici per rallentare la slitta durante il finecorsa ed i sensori di prossimità per comunicare la posizione del braccio al PLC.

Dopo aver assemblato la slitta si è iniziato ad assemblare il braccio sul banco da lavoro. Come primo passaggio si sono collegate 2 staffe metalliche a 90 gradi tramite 2 viti M10, una predisposta per esser collegata direttamente sulla slitta, mentre l'altra, avente un foro, predisposta per funzionare da elemento di collegamento tra slitta e mano del braccio. Tramite il collegamento di queste due staffe si è creata la base sulla quale si sarebbe sviluppato il braccio.

Dopodiché è stato assemblato il cilindro rotativo (Figura 41).

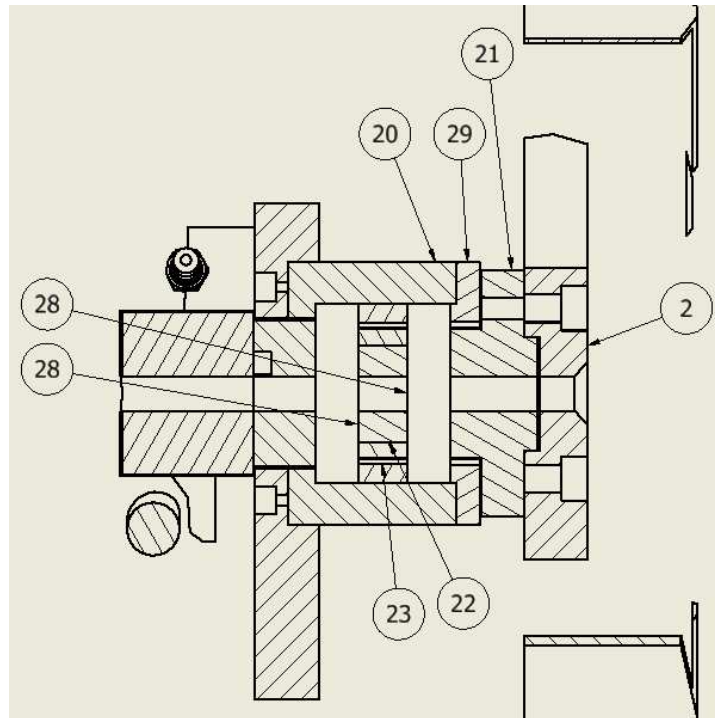


Figura 41 Cilindro rotativo

Quest'ultimo formato da:

- Una staffa N.2
- Un attacco per staffa N.21
- Un disco di chiusura per corpo esterno N.29
- Un corpo esterno per cuscinetti N.20
- Un distanziale interno corpo esterno N.22
- Un distanziale esterno corpo esterno N.23
- Due cuscinetti a sfere con scanalatura profonda N.28
- Una staffa di rotazione N.25
- 8 viti generiche

I passaggi per assemblarlo sono stati quelli di inserire all'interno del corpo esterno i cuscinetti assieme ai distanziali, per poi chiudere tutto tramite il disco di chiusura del corpo esterno. Durante il posizionamento del disco di chiusura si sono riscontrati dei problemi costruttivi di quest'ultimo componente, che risultava avere un'altezza troppo elevata. Quest'ultimo dato la sua eccessiva altezza, avrebbe potuto, serrare troppo i cuscinetti, rendendo difficile il loro movimento oppure non chiudere efficacemente la camera dei all'interno della quale avevano

sede quest'ultimi. Rischiando un malfunzionamento dovuto dalla troppa pressione sul cuscinetto o dall'ingresso nella camera dei cuscinetti di scarti della lavorazione come trucioli o olio. Per ovviare a questo problema è stata utilizzata una rettificatrice (Figura 42), ovvero una macchina utensile utilizzata per la finitura di pezzi metallici, in grado di ottenere una notevole precisione dimensionale e geometrica e di lavorare anche su materiali molto duri.



Figura 42 Rettificatore

Grazie a quest'ultima, asportando la giusta quantità di materiale, si è riuscito a ridurre l'altezza del pezzo facendolo perfettamente combaciare con la sede predisposta.

Successivamente il corpo esterno è stato fissato, alla base precedentemente assemblata, da 6 viti e la staffa di rotazione viene collegata al sistema rotativo tramite 4 viti. Inoltre, al di sopra del disco di chiusura viene posto un attacco per staffa, che collega tramite viti, il sistema rotativo alla staffa. Infine, viene collegata tramite 4 viti, la mano (Figura 43) alla staffa, concludendo l'assemblaggio delle parti meccaniche del braccio.

La mano è formata da due aste sulle quali, a descrizione del cliente si possono aggiungere cestelli, altrimenti per pezzi molto delicati è possibile agganciare il pezzo solo con le aste, eliminando il rischio di ammaccature.

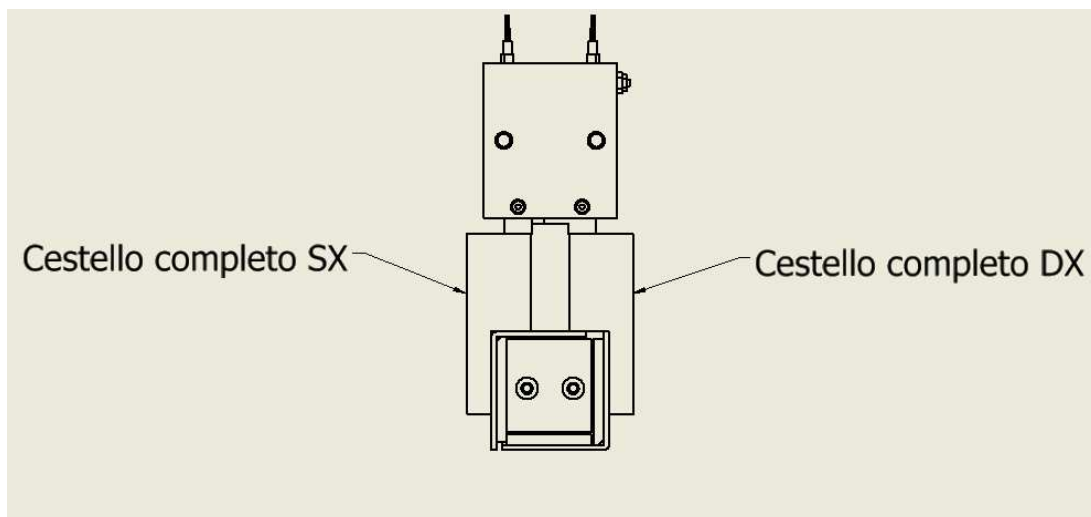


Figura 43 Mano pneumatica

Dopo aver assemblato ogni componente del braccio pneumatico (Figura 44), si collega alla slitta tramite 4 viti.



Figura 44 Assemblaggio componenti meccaniche del braccio pneumatico

Successivamente è stato predisposto il percorso dei cavi elettrici e pneumatici all'interno della macchina. Per il passaggio di quest'ultimi è stato necessario l'utilizzo di una catenaria, per evitare cavi in sospensione all'interno della macchina, e si è dovuta forare la lamiera per creare un percorso veloce e comodo verso gli elementi di collegamento. Prima di passare i

cavi si è collegato il pistone pneumatico (Figura 45) alla staffa di rotazione ed alla base tramite 5 viti, mettendo in funzione il sistema rotativo.

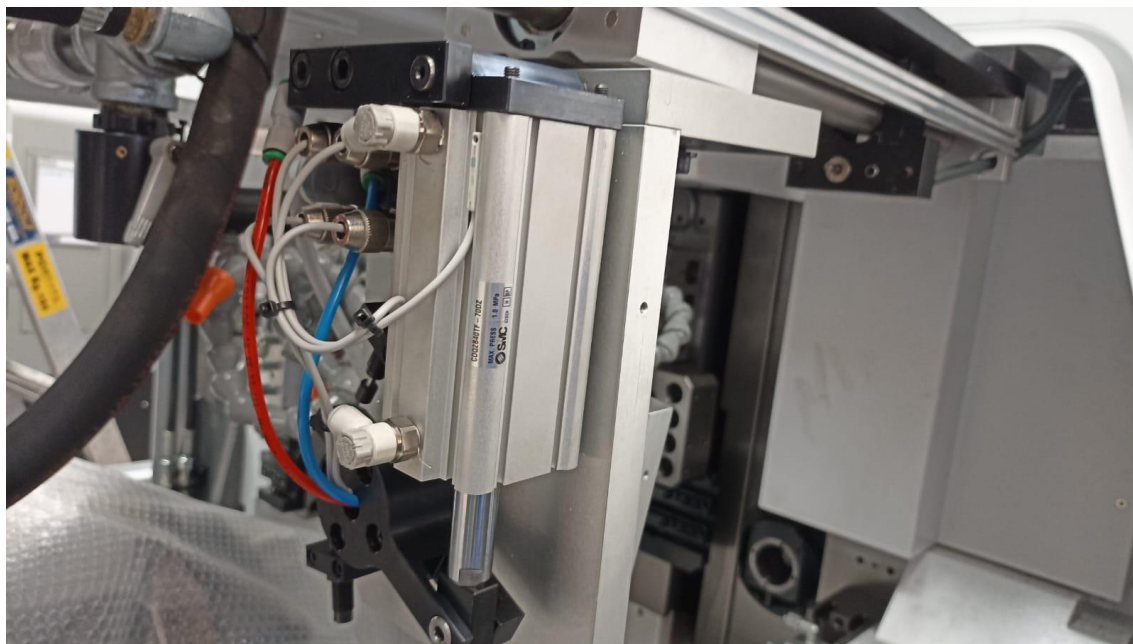


Figura 45 Pistone pneumatico

Inoltre, si sono posizionati i fermi/smorzatori meccanici (Figura 46 componente N.32 N.33 N.34), necessari per la sicurezza e la decelerazione del sistema.

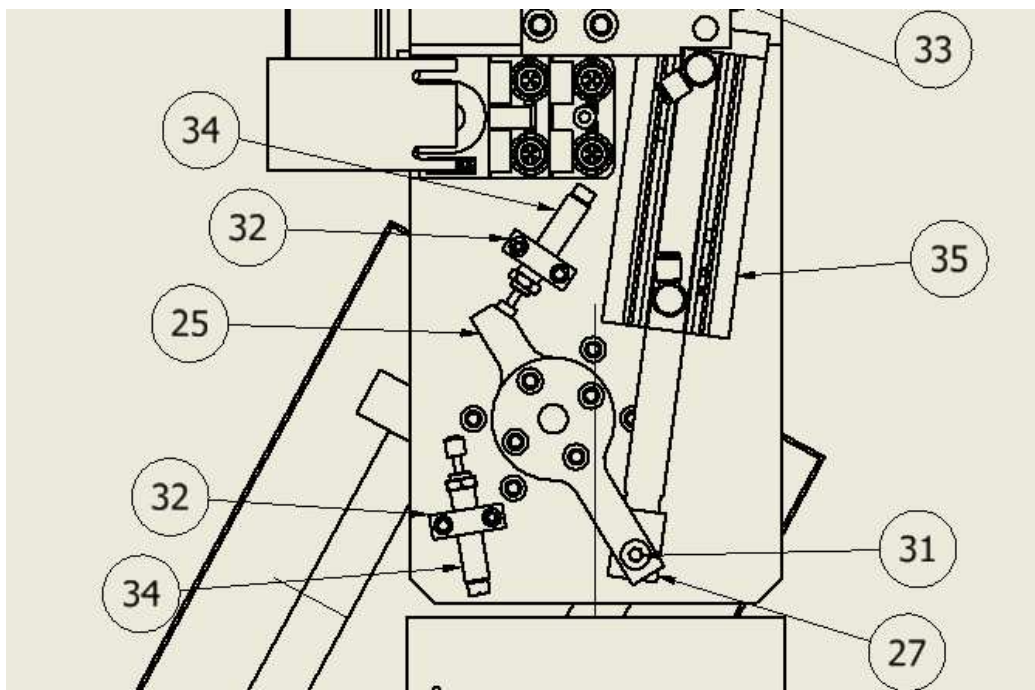


Figura 46 Tavola vista anteriore braccio pneumatico

Infine, dopo il posizionamento di tutti i sensori e l'aggiunta di una ciabatta per creare un unico cavo di uscita per i segnali di quest'ultimi, si è iniziato a far passare i cavi (Figura 47).



Figura 47 Passaggio cavi

Durante il passaggio dei cavi è stato riscontrato, all'interno della catenaria, uno spazio ristretto che rendeva difficile il passaggio di quest'ultimi, il problema è stato risolto tramite l'utilizzo di una sonda passacavi.

Dopo aver passato i cavi dalla catenaria sono stati collegati (Figura 32 e Figura 48), all'interno dei raccordi o nella morsettiera seguendo uno schema elettrico. Una volta collegati i cavi, sono stati effettuati test sulle prestazioni.

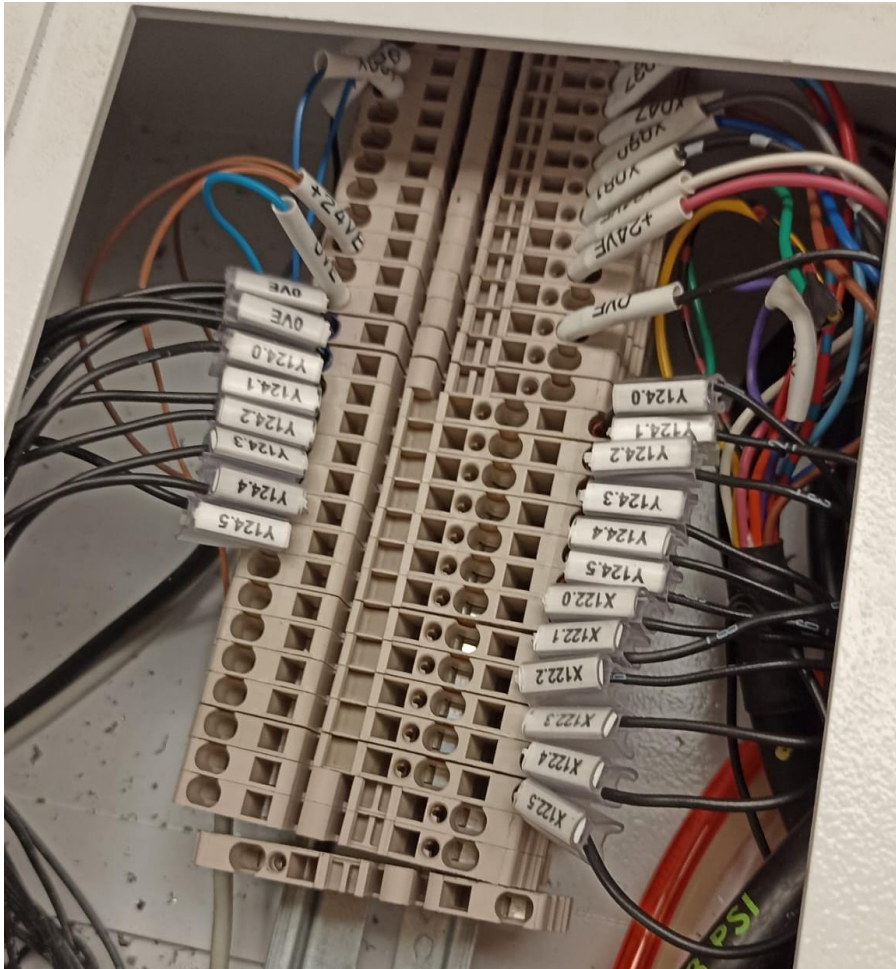


Figura 48 Morsettiera

3.5 Test prestazione

Prima di svolgere test di funzionamento si sono svolte alcune prove di controllo sul corretto collegamento delle parti. Si è utilizzata aria compressa per azionare i pistoni pneumatici e controllare che non ci fossero perdite. Inoltre, per la parte elettronica, si è controllato che i sensori fossero collegati nella maniera corretta alla morsettiera e che non fossero difettosi.

Il controllo elettrico è stato svolto tramite PLC, utilizzando i parametri binari 0 e 1, si riesce a capire se il segnale è continuo o ad intermittenza e se il cavo, grazie anche all'uso di uno schema elettrico, è collegato nelle giuste porte della morsettiera. Questo controllo ha riscontrato un problema da parte di un sensore, che seppur costantemente acceso fisicamente, il PLC lo riconosceva ad intermittenza, creando così un malfunzionamento. Come soluzione si è pensato di controllare la scatola di derivazione per sensori, vista la fragilità degli elementi che la compongono. Dopo un controllo si è subito notato uno scorretto collegamento nel connettore del sensore. Sostituendo il connettore e lasciando una maggior quantità di cavo all'interno di quest'ultimo si è riuscito a risolvere il problema.

Mentre come test di prestazione si sono svolte alcune prove di velocità e di affidabilità, nella quali si sono studiati i tempi di lavoro e i tempi morti del sistema. Durante i test si è fatto lavorare il braccio tramite la scrittura di un programma, utilizzando i codici M399 per lo scarico completo del pezzo partendo dalla posizione avanti al contromandrino, mentre M398 per il contrario.

4 ASSEMBLAGGIO FINALE E CONCLUSIONI DEI TEST DI VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI

L'assemblaggio finale ha richiesto solo l'aggiunta delle coperture per le parti più delicate del braccio.

I risultati dei test hanno fornito delle informazioni sulle prestazioni del braccio, sia a livello di tempo ciclo che a livello di finitura superficiale del pezzo.

I tempi di scarico pezzo sono analoghi ai sistemi tradizionali, cioè quattro secondi per svolgere il movimento, ma la differenza è nella posizione del contromandrino appena espulso il pezzo. Nei sistemi tradizionali il contromandrino è posizionato a lato della macchina, questo implica che, per posizionarsi di nuovo frontalmente al mandrino principale, vi sia un dispendio di tempo di due secondi. Mentre nel sistema a braccio pneumatico troviamo il contromandrino già quasi in linea con il mandrino principale, avendo così un minor tempo di riallineamento. Questo può portare ad un grande risparmio di tempo se le lavorazioni sul contromandrino sono più lunghe di quelle sul mandrino principale, perché ridurrebbe il tempo morto in cui il mandrino principale aspetta che il contromandrino termina la lavorazione.

Inoltre, ispezionando i provini utilizzati dal braccio pneumatico si è riscontrato un valore di scarti, dovuti ad ammaccature, nullo su cento prove. Questo risultato avvalorata la ripetitività del sistema e la sua affidabilità.

5 CONCLUSIONI

In questo lavoro di tesi sono state affrontate e risolte due problematiche riscontrate durante la realizzazione di una parte metallica. La macchina CNC utilizzata, infatti, non permetteva un'estrazione delle parti tale da evitare ammaccature dovute alla collisione della parte in uscita con quelle precedentemente realizzate. La seconda problematica invece riguarda l'eccessiva usura degli utensili di tornitura, dovuta alla profondità delle passate troppo elevata.

Le soluzioni adottate per risolvere questa tipologia di problemi sono state:

- L'implementazione della macchina con un braccio pneumatico ha permesso di ridurre totalmente il numero dei pezzi che presentano delle non conformità superficiali
- L'aggiunta di una seconda rastrelliera che ha consentito di eseguire in parallelo le lavorazioni necessarie per ottenere le tolleranze richieste sulla parte realizzata, riducendo di molto la profondità della singola passata prevista dal processo precedente.

Come risultati finali della tesi troviamo:

- Il sistema pneumatico risolve il problema delle ammaccature dovute al sistema di scarico pezzo.
- Il sistema pneumatico è competitivo rispetto ai sistemi tradizionali a sia per l'affidabilità che per i tempi ciclo.
- La doppia rastrelliera riduce di molto i tempi ciclo e l'usura degli inserti.
- La dilatazione termica viene ridotta al millesimo grazie al sistema studiato dall'azienda.

Future implementazioni che permettono un ulteriore incremento prestazionale, sempre nel campo dei sistemi di scarico pezzo, potrebbe riguardare l'adozione di un sistema per la rotazione del pezzo per un posizionamento verticale che potrebbe risultare molto utile per sistemi che automatizzano il controllo a bordo macchina del pezzo.

BIBLIOGRAFIA

1. Slide corso “Tecnologia meccanica” del prof. A. Forcellese 2022-2023
2. Instruction Manual XDI 26/32
3. Slide Corso “Automazione” del prof. V. Suraci:
4. https://www.diag.uniroma1.it/deluca/automation/Automazione_PLC.pdf
5. Thomas Drozda and Charles Wick “Tool and Manufacturing Engineers Handbook, Vol 1: Machining”, Society of Manufacturing Engineers, 1998.
6. Geoffrey Boothroyd and Winston Knight, “Fundamentals of Metal Machining and Machine Tools”, third edition, Taylor and Francis, 2006.