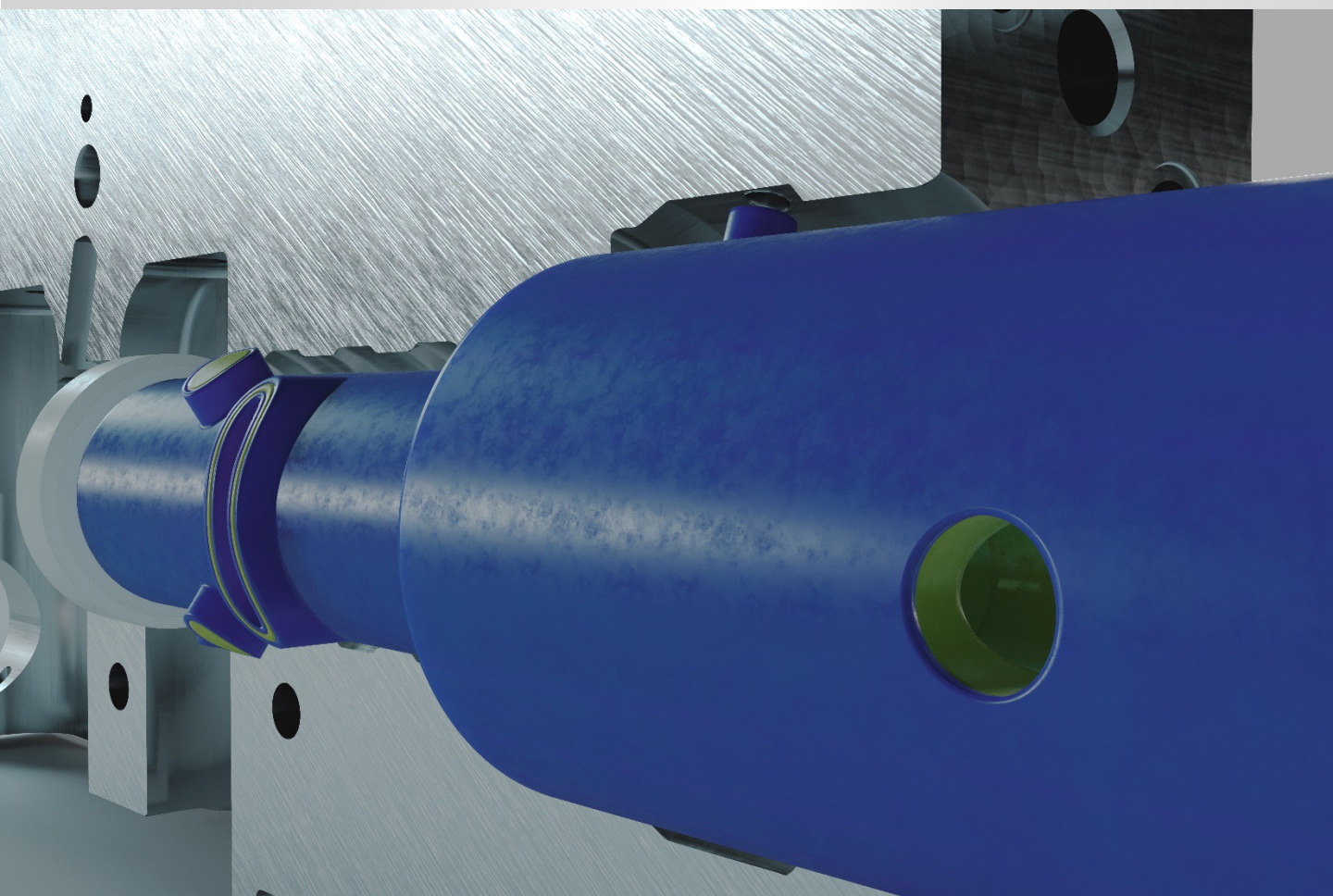




EXTRUDE  
HONE®

## MODELLA IL TUO FUTURO

### Applicazioni elettrochimiche (ECM) di Extrude Hone





EXTRUDE  
HONE®

# Applicazioni elettrochimiche (ECM) di Extrude Hone

## Progettati da noi

Extrude Hone svolge la sua attività dagli anni '60, basandosi sulla sua tecnologia brevettata di sbavatura. Nel corso degli anni, al portafoglio offerto sono state aggiunte altre tecnologie, come la lavorazione elettrochimica (ECM). Progettiamo e produciamo macchine e utensili e garantiamo l'assistenza in tutto il mondo.

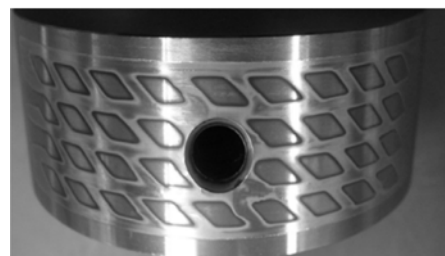
**Siamo orgogliosi di contribuire a rendere la sbavatura e la raggiatura più produttive.**

**La lavorazione elettrochimica (ECM)** è un metodo per rimuovere il metallo mediante un processo elettrochimico. Spesso viene definita come galvanoplastica inversa, poiché rimuove il materiale invece di aggiungerlo. La ECM è adeguata alla produzione di massa, dove la lavorazione convenzionale non è semplice o economica. Sia che si tratti di un'area difficile da raggiungere che di un materiale complicato da lavorare, la ECM soddisfa da decenni questi requisiti in tutti i settori industriali.

Sebbene il suo uso sia limitato a materiali elettricamente conduttivi, la ECM può eseguire diverse funzioni con relativa facilità ed in modo economico. Ed è questo che rende la ECM una scelta diffusa anche oggi. Extrude Hone progetta e costruisce macchine e utensili e garantisce l'assistenza in tutto il mondo.



Fonte ZF





EXTRUDE  
HONE®

## Le applicazioni in breve

La lavorazione elettrochimica è un processo per rimuovere le bave e creare forme come raggi o bordi arrotondati dissolvendo il materiale.

Il procedimento è adeguato alla produzione in serie o a pezzi con condizioni particolari e diversi bordi da raggiungere contemporaneamente, come un collettore idraulico aerospaziale.

Gli OEM progettano sistemi e componenti altamente performanti, alcuni dei quali lavorano a pressioni estremamente elevate. In alcuni casi risulta troppo difficile, o addirittura impossibile, eseguire la rifinitura manualmente. Le aree da lavorare potrebbero essere difficilmente raggiungibili con strumenti manuali, oppure le geometrie troppo precise anche per i lavoratori più qualificati. La ECM può aiutare a rifinire diverse aree contemporaneamente.

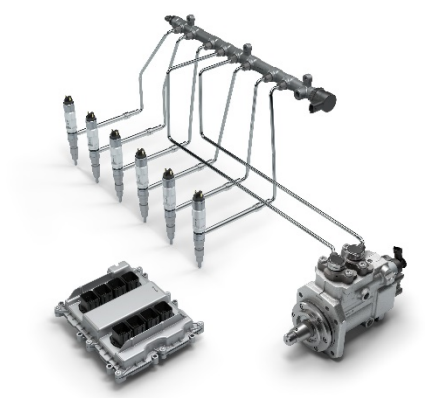
Può combinare la semplice sbavatura o la sagomatura avanzata dei bordi nello stesso pezzo. La ECM può anche produrre diversi pezzi per ciclo, in base alla complessità dell'operazione e alle dimensioni del pezzo. Il tempo del ciclo solitamente è compreso tra 30 secondi e 1 minuto.

La ECM offre una produttività superiore, garantendo allo stesso tempo una qualità all'avanguardia con una consistenza del 100%.

Le applicazioni ECM sono presenti in diversi settori industriali, come quello automobilistico, medicale, aerospaziale, dell'energia/dei fluidi e della meccanica generale.



Fonte Dassault Aviation



Fonte Bosch



Fonte ZF



EXTRUDE  
HONE®

# Anche i bordi e le superfici contano, così come le capacità ECM.

## Metodi di finitura ECM di Extrude Hone

Sono possibili diverse soluzioni a seconda delle esigenze di finitura, della geometria del componente, del materiale e del processo di lavorazione.

### ECM o ECD per sbavatura

Semplici applicazioni per la rimozione delle bave.

### ECM per raggiatura

Spesso viene combinata con l'ECD per creare un bordo arrotondato, un raggio vero o uno smusso.

### ECM per lavorazione di cavità

Crea una cavità interna di una forma specifica in profondità all'interno di un pezzo da un semplice foro diritto. Le forme incassate non sono più difficili da lavorare e sono prive di bave e tensioni.

### ECM per perforazioni

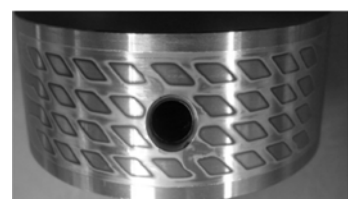
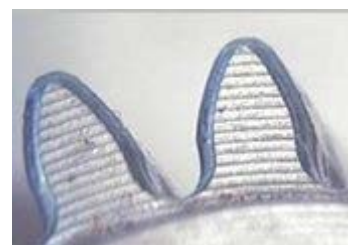
Un sogno che diventa realtà. Con la ECM è semplice praticare un foro di forma ovale.

### ECM per strutturazione di superfici

Con la ECM è possibile realizzare la strutturazione di superfici. Ad esempio, per trattenere meglio l'olio sulla superficie di un cuscinetto.

### ECM per rigatura

La rigatura con ECM (statica o dinamica) è migliore, senza bave, senza stress di lavorazione meccanica e con qualità e precisione maggiori.





EXTRUDE  
HONE®

## Pro e contro della ECM

### Pro

- Rimozione di materiale in punti definiti precisamente.
- Adatta alla lavorazione di punti difficili da raggiungere.
- Ugualmente efficace per metalli difficili da lavorare.
- Nessuna sollecitazione meccanica o termica applicata al pezzo.
- Sgrossatura e finitura in un solo passo.
- Produttività elevata.
- Possibilità di eseguire più processi in un solo ciclo.
- Nessuna bava generata. Usura dell'utensile quasi assente.
- Stabilità e controllo del processo superiori.
- Possibilità di utilizzare armature (insieme di catodi gestiti per il posizionamento automatico dentro e fuori dal pezzo) o catodi flessibili (per il posizionamento a mano o mediante robot).



### Contro

- Applicabile solo a materiali elettricamente conduttivi
- Il trattamento di post-produzione necessario per la presenza di sali corrosivi richiede un'attrezzatura specifica poiché il catodo deve adattarsi al disegno del pezzo da lavorare.

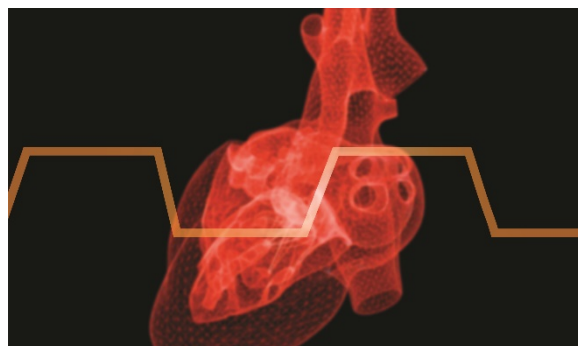


EXTRUDE  
HONE®

## Quando la ECM è preferibile alla lavorazione convenzionale

La ECM è da preferire rispetto ai processi convenzionali quando non è possibile soddisfare richieste di produttività e qualità. La situazione si verifica quando:

- Il volume di produzione è alto
- Il materiale è difficile da lavorare
- Le aree da lavorare sono difficili da raggiungere
- La lavorazione convenzionale è più costosa
- I processi convenzionali non sono coerenti nel produrre risultati di qualità



Alcune caratteristiche intrinseche della ECM la rendono adeguata alla produzione moderna che include materiali speciali, forme intricate e richieste di alta produttività e qualità.

Caratteristiche della ECM	Il valore aggiunto
<ul style="list-style-type: none"><li>• La ECM rimuove il materiale dissolvendolo.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Le proprietà fisiche del materiale non influenzano la ECM. La ECM è ugualmente efficace per i materiali temprati.</li><li>• La lavorazione avviene a temperatura ambiente.</li><li>• Il risultato della lavorazione ECM sarà:<ul style="list-style-type: none"><li>• Privo di bave e spigoli vivi.</li><li>• Privo di stress termici o meccanici.</li></ul></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Nella ECM, l'utensile rimuove il materiale senza entrare in contatto con il pezzo.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Senza alcun segno di attrezzature o rotture.</li><li>• Teoricamente, la durata dell'utensile è infinita.</li></ul>



EXTRUDE  
HONE®

## Fondamenti scientifici della ECM

La lavorazione elettrochimica (ECM) è governata dalla legge di Faraday sull'elettrolisi che afferma che la massa di un metallo fuso è proporzionale al numero di cariche elettriche trasferite all'elettrodo:

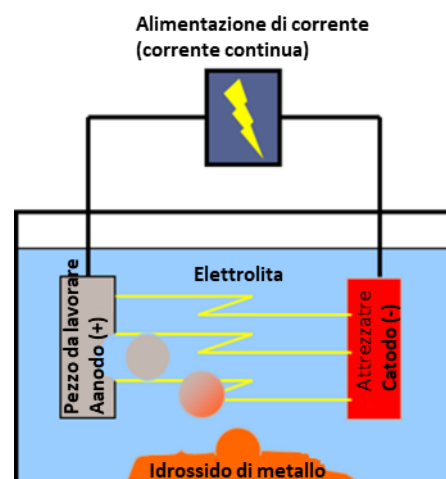
$$m \propto Q \qquad m \propto I \times t \qquad m = C \times I \times t$$

Combinando la legge di Ohm,  $V = I \times R$ , l'equazione diventa:  
 $m = C \times (V / R) \times t$

Dove:

$m$  = massa di materiale fuso  
 $Q$  = quantità di carica passata  
 $I$  = corrente  
 $t$  = tempo

$C$  = costante di proporzionalità  
 $V$  = tensione applicata  
 $R$  = resistenza

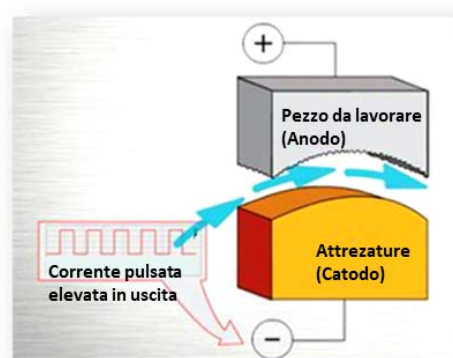


### Principali elementi coinvolti nella ECM

- Alimentazione a corrente continua.
- Attrezzatura, collegato al terminale (-) dell'alimentazione, il catodo.
- Pezzo da lavorare, collegato al terminale (+) dell'alimentazione, l'anodo.
- Elettrolita, che riempie lo spazio tra due elettrodi.

Quando la tensione viene applicata attraverso gli elettrodi, la corrente inizia a scorrere nell'elettrolita, dissolvendo il materiale dell'anodo in base alla legge di Faraday, creando così bordi e superfici definite, mappando la geometria del catodo nel pezzo. Il materiale fuso forma l'idrossido metallico corrispondente e scorre con l'elettrolita.

Il processo avviene a livello molecolare, con bassa tensione e a temperatura ambiente, senza aggiungere stress meccanico o termico al materiale.





EXTRUDE  
HONE®

## Cos'è il “Gap” (spazio)

L'intero processo ECM avviene nel “gap” tra due elettrodi. Il gap deve essere:

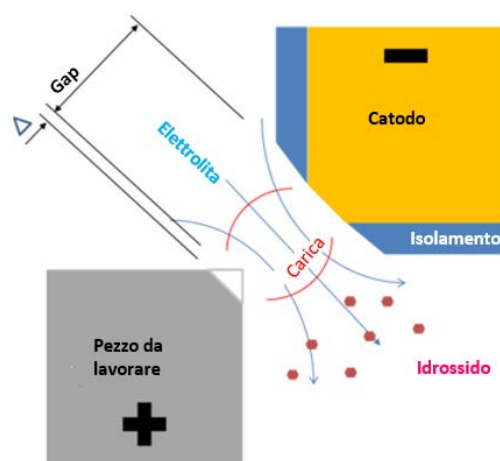
Abbastanza grande da:

- Evitare che gli elettrodi si tocchino l'un l'altro, causando un cortocircuito.
- Permettere all'elettrolita di scorrere liberamente.

Ma non troppo grande da:

- Trasferire la carica elettrica con una tensione operativa sicura.
- Influenzare negativamente le aree critiche del componente.

Quando il materiale inizia a fondersi sul pezzo, il gap aumenta. L'elettrolita che fluisce attraverso il gap, porta via gli idrossidi e il calore generato dalla corrente che passa attraverso la resistenza.



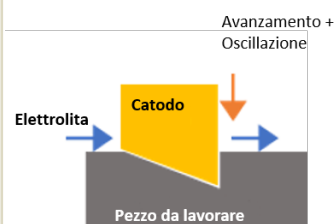
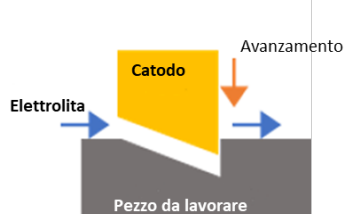
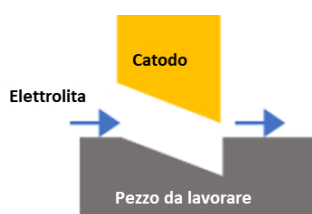




EXTRUDE  
HONE®

## I diversi tipi di ECM

	ECM statica	ECM dinamica	ECM precisa
Principio di base	Nella ECM statica, il catodo e il pezzo da lavorare (anodo) restano statici..	Nella ECM dinamica, il catodo si sposta (combinazione del movimento di 1 o 2 assi) mentre si realizza la ECM.	Nella ECM precisa, il gap tra catodo e anodo è molto più piccolo rispetto alle ECM statiche e dinamiche. In questo caso, il catodo oscilla e si sposta mentre si realizza la ECM.
Applicazioni	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Sbavatura</li><li>▪ Raggiatura del bordo</li><li>▪ Microstrutturazione</li><li>▪ Lavorazione dei contorni</li><li>▪ Rigatura</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Perforatura</li><li>▪ Sagomatura</li><li>▪ Rigatura</li><li>▪ Brocciatura</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Sagomatura ad alta precisione e finitura superficiale.</li></ul>



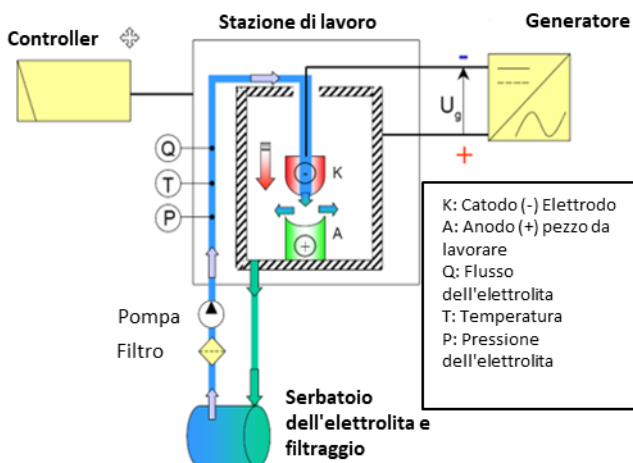


EXTRUDE  
HONE®

## Com'è formata una ECM

Qualsiasi macchina ECM deve disporre dei seguenti elementi per funzionare.

- Sistema elettrolitico:
  - Immagazzina, condiziona e fornisce l'elettrolita al processo ECM
- Generatore:
  - Fornisce la tensione DC in base ai requisiti del processo.
- Armatura:
  - Combina i contatti elettrici, lo staffaggio dei componenti e i passaggi del flusso dell'elettrolita.
- Controlli:
  - Monitorano e controllano tutti i fattori che influenzano il processo ECM.



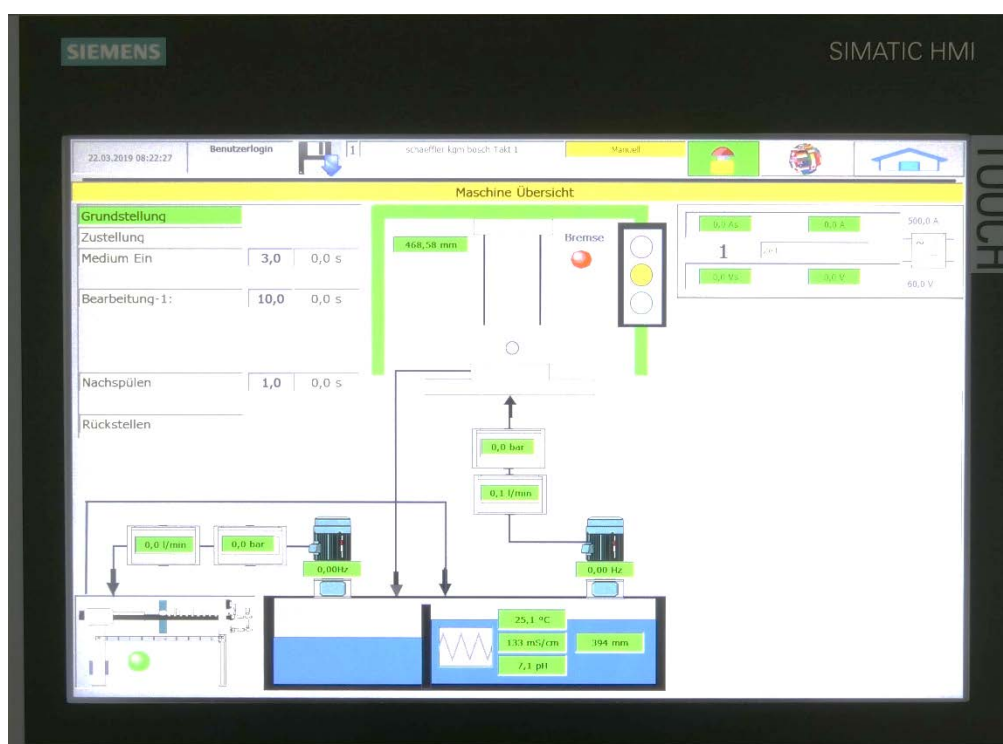


EXTRUDE  
HONE®

## Parametri operativi della ECM

Qualsiasi macchina ECM mantiene il controllo dei seguenti parametri:

- Corrente: diversi generatori da 50 A a 4000 A.
- Tensione: da 1 a 59 V (o, come eccezione, limitata a 30 V).
- Tempi di processo: per lo più tra 1 e 60 secondi.
- Pressione dell'elettrolita
- pH
- Conducibilità
- Filtraggio
- Monitoraggio dei componenti della macchina





EXTRUDE  
HONE®

## Raggiungere la costanza nella ECM

La costanza è il segno distintivo di qualsiasi processo. Quando si producono migliaia di componenti ogni giorno per tutto l'anno, è fondamentale garantire che tutti rientrino nelle specifiche.

Nella lavorazione ECM, la costanza dipende da diversi fattori. Se questi fattori non sono controllati precisamente, la qualità del risultato è a rischio.

In base all'equazione,  $I$  e  $t$  devono essere controllati per ottenere una rimozione costante della massa in ogni ciclo. Dove  $C$ , la costante di proporzionalità, dipende dal materiale da lavorare.

$I$  dipende da  $V$  e  $R$ . Per una tensione applicata, la quantità di corrente che attraversa il gap dipende dalla resistenza..

In una macchina ECM,  $V$  e  $t$  possono essere impostati nel controller.

Il problema risiede in  $R$ , che varia in base ad alcuni altri fattori. Qualsiasi variazione avrà un impatto su  $I$ , quindi su  $m$ .

I fattori più importanti che controllano  $R$  sono:

1. Conducibilità dell'elettrolita:
  - Salinità
  - Temperatura
2. Gap tra gli elettrodi

$$m = C \times I \times t$$

$$m = C \times (V / R) \times t$$

### Correlazione di fattori

Salinità ↗      Resistenza ↘

Temperatura ↗      Resistenza ↘

Gap ↗      Resistenza ↗



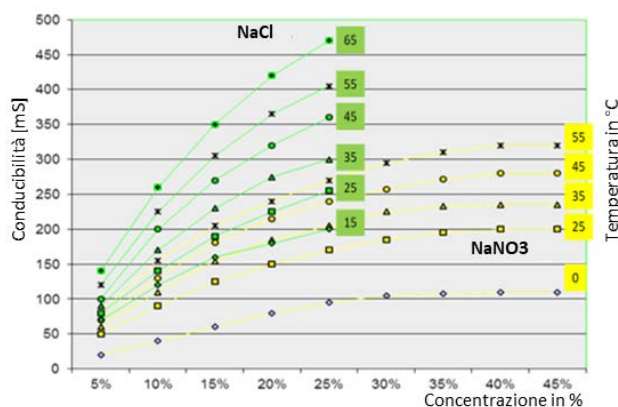
EXTRUDE  
HONE®

## Temperatura, salinità e conducibilità dell'elettrolita

A seconda del sale usato, la conducibilità dell'elettrolita aumenta in base alla salinità e alla temperatura dell'elettrolita.

Più elevate sono salinità e temperatura, più materiale sarà rimosso nel processo per una data tensione operativa e tempo.

Se non monitorate e controllate attentamente, la temperatura e la salinità possono influenzare significativamente la coerenza della lavorazione ECM.

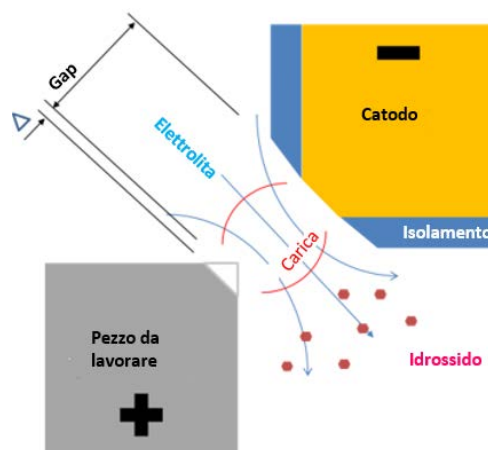


## Gap tra gli elettrodi

La fase iniziale della progettazione dell'attrezzatura e le prove di fattibilità contribuiranno a definire il gap tra gli elettrodi. Dipende dalla qualità dei componenti in entrata e dai requisiti del pezzo finito.

Un gap inferiore è migliore per il processo ECM poiché offre meno resistenza al flusso di corrente. Il processo funziona quindi con una tensione minima. Inoltre, gli effetti della ECM si concentreranno su aree mirate.

È molto importante anche mantenere la costanza della qualità del pezzo in entrata per ottenere la costanza nella qualità del risultato.





EXTRUDE  
HONE®

## Altri fattori che influenzano la costanza della ECM.

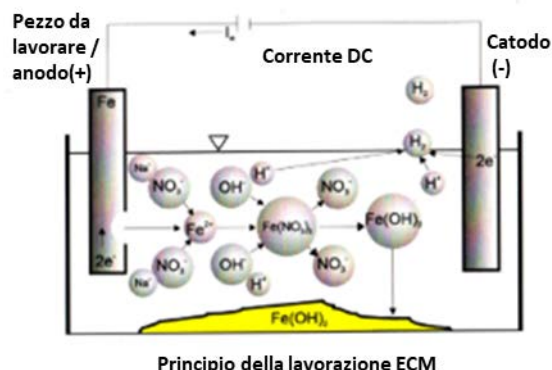
Tra gli altri fattori che influenzano il risultato della ECM, i principali sono:

- pH dell'elettrolita
- Flusso dell'elettrolita
- Schema della tensione applicata
- Pulizia dell'elettrolita
- Trattamento pre e post ECM
- Costanza delle condizioni di ingresso

## pH dell'elettrolita

Nella lavorazione ECM, l'idrogeno viene liberato all'elettrodo, trasformando l'elettrolita in basico. L'aggiunta di una dose controllata di acido nel serbatoio dell'elettrolita mantiene il pH desiderato. Il dosaggio dipende dal feedback ricevuto dai sensori del pH e dal setpoint inserito nel controller.

Mantenere il pH vicino al neutro è utile per l'operatore e per il sistema. Inoltre, per ogni materiale lavorato, c'è un determinato intervallo di pH per mantenere un filtraggio efficiente dell'elettrolita. Mantenere un elettrolita pulito è fondamentale per la qualità del risultato ECM, in primo luogo per la finitura superficiale e l'aspetto.





EXTRUDE  
HONE®

## Flusso dell'elettrolita

Nella lavorazione ECM, l'elettrolita nel gap è essenziale per trasportare una carica elettrica e realizzare la rimozione del materiale. Un flusso controllato dell'elettrolita assicura:

- L'efficace evacuazione dell'idrossido prodotto durante la ECM.
- Il trasferimento efficiente del calore generato nel gap.
- La forma del bordo generato con la ECM.
- La finitura superficiale ottenuta con la ECM

Per una costanza del processo migliore, il flusso dell'elettrolita deve restare entro un livello prestabilito. I regolatori di pressione e di flusso installati nel circuito dell'elettrolita aiutano a raggiungere questo obiettivo.

## Pulizia dell'elettrolita

Nella lavorazione ECM, il materiale rimosso consiste in un idrossido di metallo. Viene portato via dalla zona di lavorazione dal flusso dell'elettrolita. Deve essere filtrato continuamente per mantenere pulito l'elettrolita.

Un elettrolita non pulito produce diversi effetti negativi:

- Blocca i passaggi del flusso.
- Lascia depositi sull'apparecchio.
- Deteriora la qualità della ECM in termini di finitura superficiale e aspetto.

Un efficace sistema di filtrazione filtra gli idrossidi mentre li converte in un materiale tipo morchia facile da maneggiare e stoccare.





EXTRUDE  
HONE®

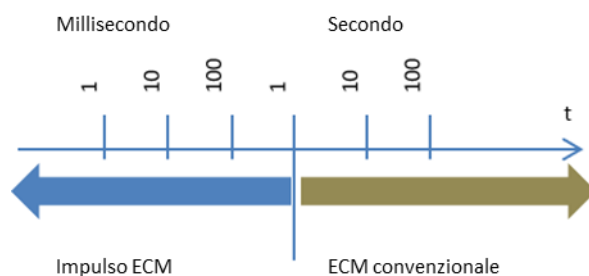
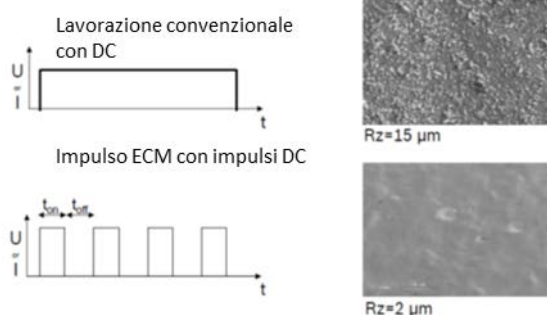
## Schema della tensione

Nella lavorazione ECM, la tensione DC può essere applicata come costante, in impulsi, o con una combinazione di entrambi.

Convenzionalmente, la tensione DC costante nella ECM era la norma. Con il tempo, si è passati alla tensione a impulsi. La tensione a impulsi assicura che l'idrossido venga lavato via e che nel gap ogni volta sia presente un elettrolita pulito. Il risultato è un controllo superiore dell'area della ECM e una finitura superficiale migliore.

Rispetto alla lavorazione convenzionale, la ECM a tensione costante è come la sgrossatura, mentre l'impulso è più simile alla finitura. Una combinazione ottimale rappresenta la soluzione per ottenere il miglior tempo del ciclo e la migliore qualità. Inoltre, la forma dell'impulso ha un effetto eccellente sulla finitura superficiale dell'area della ECM.

Il controllo preciso della tensione è essenziale per ottenere coerenza nella lavorazione ECM.



- Mentre la tensione DC costante conferisce un'alta velocità di rimozione del materiale, la tensione DC a impulsi genera una migliore finitura superficiale.
- Spesso, entrambe sono combinate in un programma a due fasi per ottenere produttività e qualità migliori.





EXTRUDE  
HONE®

## Il trattamento pre e post ECM è fondamentale

Trattamento pre ECM	Trattamento post ECM
<ul style="list-style-type: none"><li>• Prima di essere sottoposti alla lavorazione ECM, i componenti devono essere puliti, privi di olio, di bave libere e particelle estranee.</li><li>• L'olio, cattivo conduttore di elettricità, ostacola la lavorazione ECM. Inoltre si mescola con l'elettrolita causando danni ai componenti.</li><li>• Le bave libere, se non eliminate correttamente, possono causare un cortocircuito nel processo ECM, danneggiando sia i catodi che i componenti.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• La ECM richiede acqua salata, pertanto è necessario un risciacquo post ECM in acqua pulita per eliminare i residui di sale.</li><li>• Per i componenti ferrosi, è fondamentale utilizzare un prodotto antiruggine per prevenire la formazione di ossido.</li><li>• Inoltre, la rimozione completa degli idrossidi richiede a volte un sistema di pulizia più intenso. Le macchine per la pulizia a immersione e/o agitazione a ultrasuoni costituiscono un valido aiuto.</li></ul>

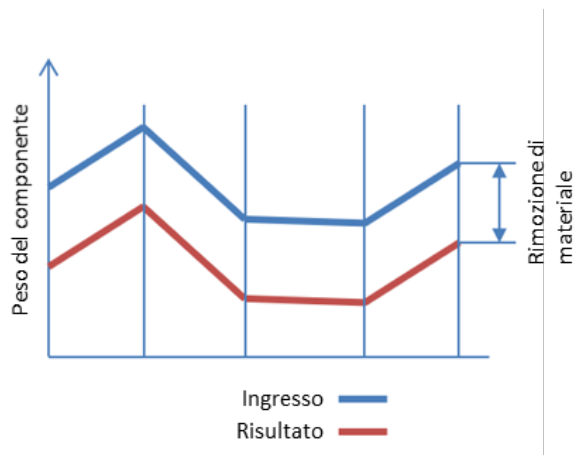


EXTRUDE  
HONE®

## Consistenza delle condizioni di ingresso

Con tutti i controlli in atto, il processo ECM può garantire consistenza nella quantità del materiale rimosso in ogni ciclo. Il risultato è direttamente correlato ai componenti in ingresso.

Per un'applicazione ECM statica per la sbavatura e la levigatura dei bordi, la condizione delle bave in entrata ha un ruolo critico per la qualità del risultato. Pertanto, se la condizione del risultato del bordo ha tolleranze rigorose, anche la condizione in entrata deve essere uniforme.



	Il caso migliore	Il caso più probabile	Il caso peggiore
Condizione di ingresso	 Bordo privo di bave	 Bava moderata	 Bava grande
Condizione del risultato	 Raggiatura del bordo migliore	 Raggiatura del bordo relativamente inferiore	 Viene lasciata una piccola parte della bava



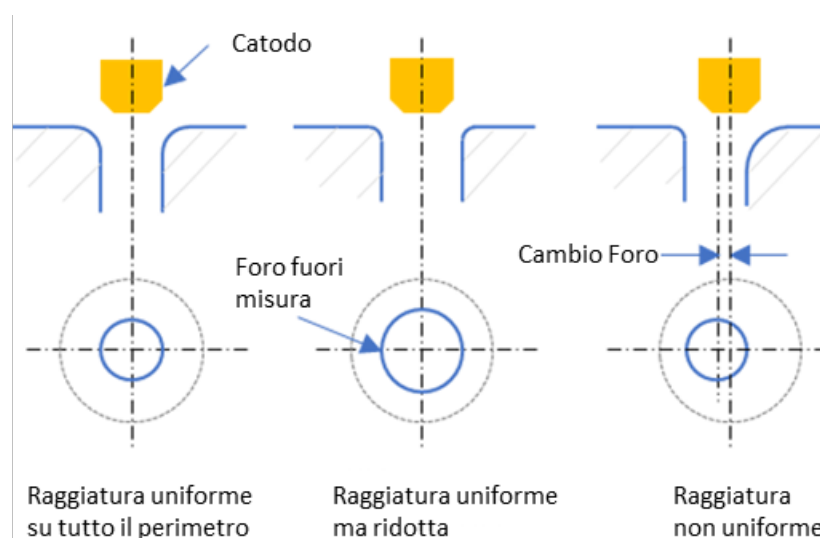
EXTRUDE  
HONE®

## Impatto della dimensione e della posizione del foro nella ECM statica

Nel processo ECM, la progettazione e la fabbricazione del catodo (utensile) richiedono la massima accuratezza e precisione.

Qualsiasi spostamento e variazione delle dimensioni dell'elemento si tradurrà in variazioni nel risultato.

Per una raggiatura perfetta del bordo di un foro intersecato è necessario che le dimensioni del foro e la precisione della posizione siano strettamente mantenute.





EXTRUDE  
HONE®

## Controllo $\int I dt$ - costanza massima del processo ECM

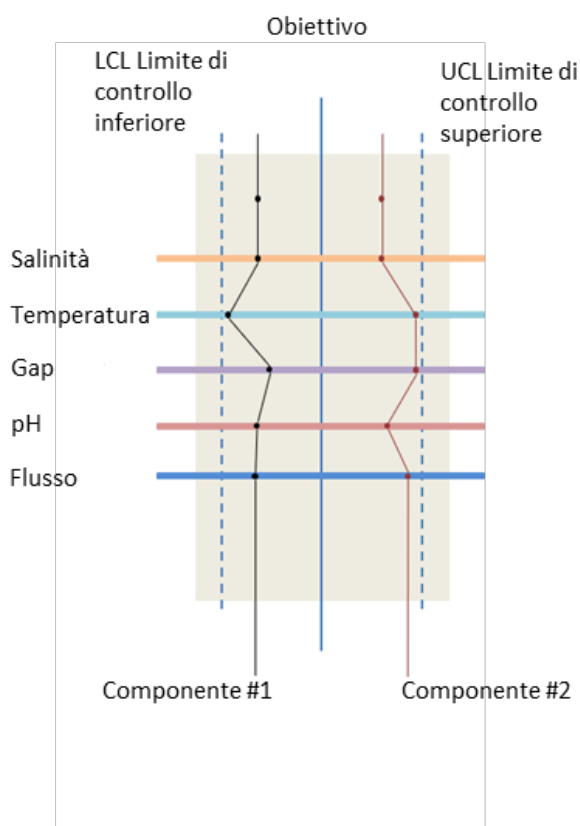
Ciascun parametro operativo del processo deve avere un obiettivo. Per ragioni pratiche, dovrebbero essere presenti limiti di controllo inferiori e superiori.

La ECM non fa eccezione a questa regola. Tutti i parametri critici si comportano entro i limiti di controllo.

La macchina deve disporre di sensori per misurare continuamente tali parametri. Deve esserci almeno un allarme che avvisi di eventuali fattori fuori dai limiti. Per tenerli entro l'intervallo operativo, la soluzione migliore è il controllo automatico.

Anche quando il processo funziona entro i limiti, ci sono variazioni tra i componenti dovute all'influenza dei parametri che cambiano. Dall'immagine accanto, si può evincere che i due componenti non saranno simili anche se la EC viene eseguita con la stessa tensione e per lo stesso tempo.

Il controllo  $\int I dt$  in questo caso è molto utile per controllare con precisione il risultato del processo.





EXTRUDE  
HONE®

## Caratteristiche importanti di una macchina ECM

Caratteristiche	Vantaggi
Sicurezza dell'operatore	Nella maggior parte dei casi, la macchina ECM è gestita da una persona. Le macchine ECM devono disporre di tutte le funzionalità di sicurezza poiché generano correnti elevate e spesso sono presenti apparecchi con parti in movimento.
Sicurezza dell'ambiente circostante	Le macchine ECM utilizzano acqua salata che causa corrosione anche sotto forma di vapore. La macchina ECM deve disporre di un meccanismo per minimizzare la diffusione del vapore di acqua salata.
Rilevamento di cortocircuiti	<p>Il processo ECM include alimentazione DC ed elettrodi di polarità opposta. Se gli elettrodi entrano in contatto, si produrrà un cortocircuito. La corrente elevata che scorre attraverso gli elettrodi potrebbe causare danni permanenti. Di conseguenza, la macchina deve disporre della necessaria protezione elettrica.</p> <p>Le macchine ECM moderne sono dotate di una funzione di rilevamento del cortocircuito. Quando un componente si posiziona sull'attrezzatura e i catodi giungono alle posizioni di lavorazione, viene applicata una piccola tensione predeterminata per rilevare la presenza di un eventuale cortocircuito. In caso di cortocircuito, il ciclo si interrompe immediatamente e si produce un allarme.</p>
Identificazione dei componenti Non-OK	Durante la lavorazione di un pezzo, se i parametri di processo della macchina ECM sono fuori controllo, la macchina deve attivare un allarme e identificare il componente come potenzialmente difettoso.
Riduzione del cromo esavalente	<p>Quando si lavorano materiali ad alto contenuto di cromo (&gt; 5%), la macchina ECM genera cromo esavalente cancerogeno. L'esposizione prolungata causa danni irreparabili al sistema respiratorio.</p> <p>Nella macchina ECM deve essere integrata un'unità per la riduzione del cromo per trasformare il cromo esavalente in cromo trivalente.</p>



EXTRUDE  
HONE®

## Attrezzature, l'elemento chiave del processo ECM

Gli attrezzature nel processo ECM hanno una serie di funzioni:

- Trattenere il componente con precisione in base ai requisiti del progetto e bloccarlo in posizione durante la lavorazione.
- Guidare l'elettrolita verso e dai punti di lavorazione.
- Alloggiare i catodi e le connessioni anodiche, collegandoli elettricamente.

Le decisioni principali nella progettazione degli utensili sono:

- Gestire tutte le aree di lavorazione desiderate con il minor numero possibile di regolazioni.
- Accogliere più componenti in parallelo qualora la richiesta di prodotto sia elevata.

Il design degli attrezzatur decide la facilità di carico e scarico dei componenti e la precisione e l'accuratezza del design e della produzione assicurano l'accuratezza e la ripetibilità dei risultati ECM.

Dalla scelta del materiale utilizzato nella fabbricazione degli utensili dipende la loro durata.

Molto spesso, l'intercambiabilità degli attrezzatur e la rapidità della sostituzione sono un requisito fondamentale.

L'elemento più critico nell'utensileria ECM è il catodo che esegue la lavorazione elettrochimica.

I catodi trasportano l'elettricità, e talvolta l'elettrolita, nell'area di lavorazione.

Il risultato della lavorazione ECM dipende dalla loro forma e dalla precisione di fabbricazione. I catodi possono avere un aspetto semplice.

La scienza si occupa della progettazione dei catodi e controlla la fusione del materiale per ottenere tolleranze precise in termini di geometria e rugosità. La selezione dei materiali di base e di isolamento è la chiave per ottenere prestazioni superiori e una vita operativa prolungata.





EXTRUDE  
HONE®

## Macchinari o conto lavoro, decidi Tu

Extrude Hone assiste i clienti in vari settore in diversi modi:

### Studi di fattibilità

- Testare diverse tecnologie o una combinazione di esse per trovare la soluzione ideale che si adatta alle esigenze dei clienti.

### Conto lavoro

- Non è necessario investire, disponiamo di una rete di Conto lavoro che possono svolgere il lavoro per voi.

### Macchinari

- Se si desidera realizzare personalmente la lavorazione, è possibile ricevere i macchinari presso la propria sede.
- L'intero portafoglio di impianti è in vendita. Supportiamo il cliente durante la fase di avvio e siamo sempre disponibili per offrire assistenza e materiali di consumo a lungo termine.





EXTRUDE  
HONE®

## Lavorazione dinamica dell'ECM

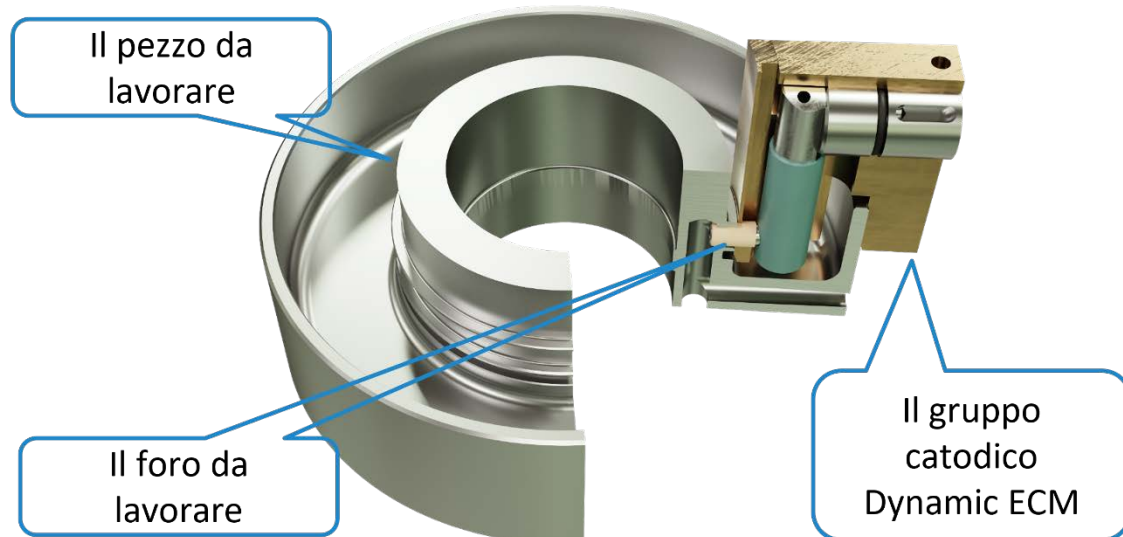
**Rendete possibile l'impensabile con la lavorazione elettrochimica dinamica (D-ECM).**

Avete bisogno di lavorare vari modelli in un'area che non è raggiungibile con i mezzi convenzionali? Noi forniamo una soluzione di alta precisione, qualità e produttività.

Tutto questo a un costo interessante per pezzo.

Nella figura, praticiamo fori che la lavorazione convenzionale non può realizzare. Il gruppo catodico ECM si abbassa e poi scorre a velocità di avanzamento verso il centro del pezzo, lavorando il foro dissolvendo il materiale.

L'ECM dinamico è un processo ECM modificato in cui il catodo si muove a velocità costante nel pezzo. Fornisce risultati di finitura per componenti con forme complesse che sono difficili, se non impossibili, da ottenere con i metodi di lavorazione convenzionali.







EXTRUDE  
HONE®

## Lavorazione dinamica dell'ECM

### Come funziona il processo di lavorazione elettrochimica dinamica:

L'ECM dinamico consiste in un asse di azionamento e in utensili personalizzati (specifici per il pezzo).

L'utensile (catodo) è collegato all'unità di azionamento (asse) situata nella parte superiore dell'attrezzatura.

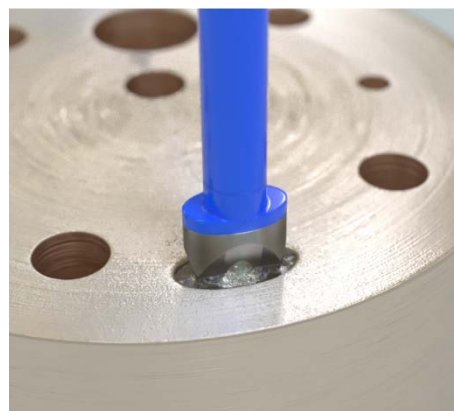
L'immissione dei parametri è controllata dall'interfaccia operatore ed è memorizzata in un file specifico per il pezzo per garantire la ripetibilità.

L'unità di azionamento sposta il catodo a velocità costante e controllata nel pezzo.

Il controllo del processo (controllo dei parametri e dei cortocircuiti) garantisce la precisione dimensionale.

### Il nostro tooling ECM dinamico offre il vantaggio.

L'utensile (catodo) è un elemento critico del processo Dynamic ECM perché le sue proprietà e la sua forma determinano dove e quanto materiale viene rimosso dal pezzo. L'utensile non ha un'usura legata al processo perché il catodo non incontra mai il pezzo.





EXTRUDE  
HONE®

## Principio di rigatura CE

**La rigatura EC è un'alternativa vincente ai metodi di rigatura convenzionali.**

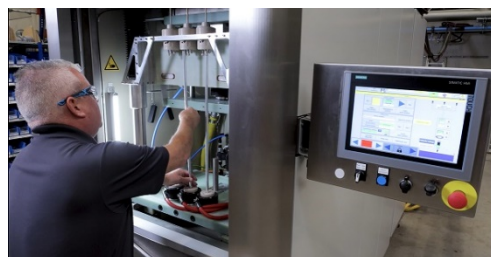
La rigatura EC è un'alternativa vincente ai metodi di rigatura convenzionali. Extrude Hone ha avviato l'EC Rifling alla fine degli anni '80, all'epoca con il nome di CATION Rifling. Queste macchine sono ancora in produzione e funzionano quotidianamente nel nostro laboratorio di Sterling Heights. Nel 2024, abbiamo applicato il nostro know-how con la più recente tecnologia ECM; il risultato è il nostro sistema di rifilatura EC di ultima generazione.

La rigatura EC è tipicamente applicata in posizione verticale. Allo stesso tempo, la canna (anodo) è in posizione fissa e il catodo si muove con un movimento combinato verticale e rotatorio (= TWIST) attraverso il pezzo.

Il design del catodo richiede una "torsione". "L'area metallica esposta (= area attiva) genera il solco, mentre l'area isolata protegge il profilo della canna dall'essere influenzato dal processo.

Guardando la soluzione di rigatura EC, la prima cosa che mi viene in mente è che la caratteristica di non contatto tra il catodo e la canna sembra una vera e propria svolta rispetto ai metodi convenzionali.

Chiariamo questo punto. Per rigatura tradizionale si intendono metodi standard basati sul taglio o sulla deformazione. Si pensi alla rigatura a taglio, detta anche a gancio, alla rigatura a broccia, alla rigatura a bottone e alla forgiatura a martello.





EXTRUDE  
HONE®

## Vantaggi della rigatura CE

### #1: Processo a freddo senza stress:

L'ECM è un processo a freddo in cui il pezzo non subisce alcuna sollecitazione.

L'utilizzo dell'ECM per la rigatura delle canne consente un minor numero di processi nella linea di processo, in quanto tutte le attività di riduzione delle sollecitazioni vengono meno.

### #2: Massima flessibilità:

L'ECM funziona indipendentemente dalla durezza del materiale, in quanto dissolve e non taglia o deforma il materiale - pertanto, è universale per tutti i tipi di metalli e per tutti gli stati in entrata. La rigatura standard, la rigatura progressiva e la rigatura a profondità progressiva possono essere eseguite rapidamente modificando le impostazioni dei parametri.

### #3: Produttività:

L'ECM offre produttività e velocità di avanzamento elevate (50 - 300 mm/min). Inoltre, di solito esegue contemporaneamente più pezzi per ciclo. Tempi rapidi di passaggio da un tipo a quello successivo.

### #4: Precisione e stabilità del processo

Il processo segue la legge di Faraday e può essere facilmente controllato per garantire risultati coerenti da un pezzo all'altro. Possibilità di tolleranze strette (larghezza della scanalatura 100µm, profondità della scanalatura 50µm). L'ECM combina rimozione di materiale e finitura superficiale in un unico passaggio. La rugosità superficiale dopo l'ECM è tipicamente migliore di Ra 0,4µm.





EXTRUDE  
HONE®

## Microstrutturazione ECM

**Andate oltre la lavorazione convenzionale!**

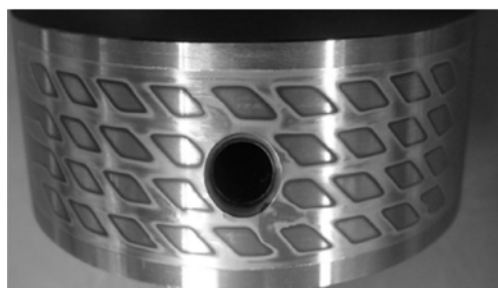
Microstrutturazione con la lavorazione elettrochimica (ECM).

Avete bisogno di lavorare vari modelli, come strutture radiali e assiali, interne o esterne.

Inoltre, è necessario farlo con elevata precisione e ripetibilità.

Potrebbe trattarsi di compressori, pompe di calore, refrigerazione, cuscinetti d'aria o applicazioni per gas puliti.

Noi offriamo una soluzione che vi farà guadagnare produttività e un costo per pezzo interessante.





EXTRUDE  
HONE®

## Esperienze industriali Come utilizzano la ECM i clienti





EXTRUDE  
HONE®

## Esperienze industriali

### Prestazioni e sicurezza si sposano con la produttività

Quando si ridefinisce l'esperienza di un viaggio in business jet con innovazioni in quanto a comfort, sicurezza e tecnologia, significa che si merita il meglio.

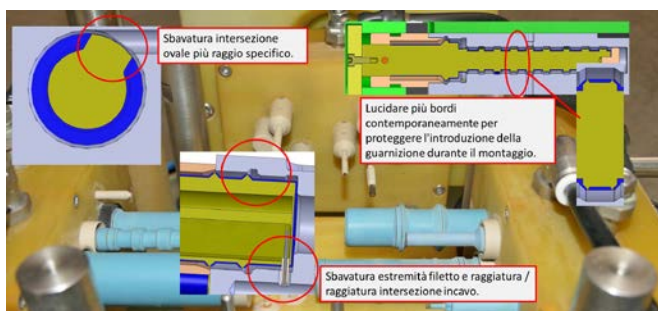
Extrude Hone consente la massima qualità dei collettori idraulici. I collettori idraulici sono pezzi con requisiti di ingegneria e lavorazione impegnativi che contribuiscono a voli tranquilli, precisi e sicuri. In questo collettore di alluminio che Extrude Hone tratta con lavorazione elettrochimica (ECM) sono presenti non meno di 248 aree. Le applicazioni vanno dalla semplice sbavatura a forme intricate con tolleranze esigenti. Tutto viene eseguito in 3 passi e in un totale di 15 minuti.

I catodi dissolvono le bave o il materiale in aree selezionate del pezzo per creare raggature e forme specifiche, lucidando anche la superficie. Il dispositivo di produzione è abbastanza complesso e comprende molti catodi. Un catodo può lavorare su una o più aree all'interno di un foro. Partecipano alla lavorazione gruppi di catodi, ciascuno con una corrente diversa. La ECM assicura che tutte le aree vengano lavorate e corrispondano alle specifiche. Utilizzare la ECM è molto più veloce rispetto al lavoro manuale e molto più sicuro.

Le geometrie che può eseguire la ECM, raggio vero, raggi specifici su forme rotonde o ovali, smussatura, finitura delle estremità dei filetti, lucidatura fine dei bordi per proteggere la tenuta durante l'assemblaggio.



Fonte Dassault Aviation





EXTRUDE  
HONE®

## Esperienze industriali

Il signor Gursharan Singh, presidente e amministratore delegato di RACL Geartech Ltd. parla dell'aggiunta della sbavatura elettrochimica alle sue capacità di produzione di ingranaggi.

Prevalentemente la nostra azienda si occupa di produzione di ingranaggi, alberi e parti per applicazioni automobilistiche. Sai, siamo in questo settore da oltre 30 anni e la presenza di bave è sempre rimasta una grande sfida nella produzione degli ingranaggi. A proposito, non solo RACL, ma anche qualsiasi altro produttore di ingranaggi confermerà che storicamente le bave sono sempre rimaste il problema.

Per inciso, la nostra azienda ha iniziato un nuovo rapporto commerciale con ZF, Germania, per alcune applicazioni critiche per corone dentate per applicazioni Chassis, dove abbiamo davvero affrontato un problema particolare di bave nei denti interni, che non era accessibile per alcuna sbavatura meccanica o manuale. La rimozione della bava era un grosso problema con qualsiasi metodo convenzionale. Quindi, è qui che è entrato in gioco l'ECM (lavorazione elettrochimica o sbavatura elettrochimica).

Siamo piuttosto entusiasti dei risultati complessivi che abbiamo ottenuto finora. Extrude Hone ci ha fornito un buon supporto tecnico, ottenendo una consegna puntuale della macchina. C'era una scadenza specifica che richiedeva la spedizione della macchina entro il 31 marzo. E il 31 marzo la macchina ha lasciato Extrude Hone Germany, il che riflette un forte impegno nei confronti delle richieste dei clienti. Questo va molto lontano.

In un processo come la lavorazione elettrochimica, c'è sempre la necessità di un supporto tecnico frequente e la necessità di una fornitura costante di materiali di consumo come catodi o altre parti di ricambio. È una buona iniziativa presa da Extrude Hone avere una struttura in India. Questo va da sé.



Fonte RACL Geartech Ltd



RACL Geartech Ltd.  
Formerly Raunaq Automotive Components Ltd.



Fonte RACL Geartech Ltd



EXTRUDE  
HONE®

## Esperienze industriali

Extrude Hone è stato uno dei fornitori preferiti da ZF per sistemi ECM dal 2006. Molteplici componenti di un cambio automatico beneficiano del processo elettrochimico .

In un progetto di trasmissione epicicloidale diversi componenti possono essere lavorati di ECM: ruota epicicloidale, albero di uscita, ingranaggio centrale, albero della ruota trasmissione e ingranaggi epicicloidali.

Inoltre, la sbavatura termica viene utilizzata come semplice operazione di sbavatura , per ridurre il volume delle bave prima dell'ECM, o semplicemente per eliminare tutti i potenziali contaminanti.

La qualità degli ingranaggi aiuta a ridurre l'usura, le vibrazioni, attrito e rumore riducendo la contaminazione da olio. Una qualità superiore del cambio automatico viene fornita con un perfetto controllo rottura spigolo che l'ECM può eseguire con un breve ciclo contribuendo alla produttività di alto livello mentre è completamente integrato in linea di produzione.

Maggio, 2020:

L'anno scorso ZF ed Extrude Hone hanno concordato diversi progetti per razionalizzare i costi dei nostri prodotti. Oggi ZF è in grado di implementare questo risparmio sui costi tecnici nella propria officina, in particolare per quanto riguarda i nuovi progetti di trasmissione.

Mille grazie a Extrude per la loro disponibilità e supporto!

C. Hauser, Manager Corporate Material Management - ZF  
Macchine e attrezzature



Fonte ZF







EXTRUDE  
HONE®

## Esperienze industriali

BURGMAIER HIGHTECH utilizza ECM per lavorare i bordi.

Soluzione di raggatura e sagomatura per intersezioni di fori nelle aree ad alta pressione dei corpi degli iniettori. Condizione assoluta senza bave utilizzando ECM e raggiunge così la resistenza a fatica nei componenti ad alta pressione insieme ad un'ottimale efficienza grazie alle proprietà di flusso migliorate.

Il sistema di iniezione del carburante diesel è uno dei principali componenti di un motore diesel. È responsabile della fornitura della corretta quantità di carburante esattamente al momento giusto.

Al giorno d'oggi, dove gli standard di emissione sempre più severi costringono i produttori ad aumentare l'efficienza dei loro motori. I moderni motori diesel, ad esempio, stanno usando pressioni superiori a 2000 bar per aumentare l'efficienza della combustione interna. Ciò significa anche sollecitazioni immense, specialmente nelle intersezioni del foro dell'area ad alta pressione.

Tobias L., responsabile dei processi ECM presso BURGMAIER Hightech GmbH a Laupheim, ci fornisce una panoramica del suo lavoro quotidiano e di come la collaborazione con Extrude Hone li aiuti a lavorare i bordi:

Sono entrato in BURGMAIER nel 2004 come caposquadra per le linee di produzione. Dopo diversi anni di esperienza con i processi ECM nella nostra produzione, ora sono responsabile della manutenzione di tutti gli impianti ECM nel nostro stabilimento. Da quando abbiamo iniziato a utilizzare ECM presso la nostra struttura a Laupheim, ci siamo sempre affidati alla competenza e all'esperienza di Extrude Hone. Inizialmente questa partnership molto stretta con lo studio di fattibilità durante la fase di offerta nelle prime fasi del progetto, trovando e definendo il processo di produzione perfetto per garantire la migliore qualità e pulizia delle parti e il perfezionamento di assistenza post-vendita con idee innovative per ottimizzare i nostri processi e abbassare i nostri costi di esercizio. Siamo un produttore internazionale di componenti di precisione. Siamo riusciti a consolidare entrambe le cose: la nostra posizione di leader del mercato tecnologico e la soddisfazione delle esigenze della nostra base di clienti globale.

La soddisfazione del cliente è la nostra massima priorità: la raggiungiamo con i tre pilastri della nostra cultura aziendale: competenza, precisione e affidabilità. Con il miglioramento continuo e lavorando a stretto contatto con i nostri clienti, miriamo a raggiungere la tecnologia e la leadership in termini di costi.

 BURGMAIER  
*Faszination durch Präzision*



iStock



EXTRUDE  
HONE®

## Esperienze industriali

Ventura utilizza l'ECM per i componenti del sistema frenante automobilistico.

Con sede a Les Franqueses del Vallès in Spagna e strutture a Houston, USA e Suzhou, Cina, Ventura Precision Components è esperta nella fornitura di componenti torniti di alta precisione per il settore automobilistico e per altri segmenti di mercato come camion, moto e aeronautica.

Con oltre 45 anni di esperienza, Ventura fornisce componenti ai principali Tier 1 come Robert Bosch, Continental e TRW ed è orgogliosa della sua capacità di offrire componenti della massima qualità a prezzi competitivi. La linea di prodotti principali di Ventura sono i pistoni per sistemi frenanti e, in questo mercato, sono leader mondiali nella produzione di pistoni di nuova generazione

Il successo di Ventura risiede in gran parte nell'utilizzo di attrezzature e processi di produzione all'avanguardia. Uno di questi processi è la lavorazione elettrochimica (ECM) e Extrude Hone è orgoglioso di supportare Ventura nella fornitura di componenti di qualità superiore ai clienti finali

La lavorazione elettrochimica funziona in base al principio della dissoluzione anodica del metallo e fornisce un grado elevato di precisione su componenti che sono difficili da produrre e rifinire usando convenzionali metodi. Poiché l'ECM è un processo senza contatto, non sottopone il pezzo a processi meccanici o stress termici. Ciò significa assenza di bave / bave secondarie e nessuna distorsione del pezzo in lavorazione, anche su componenti in alluminio a pareti sottili. L'ECM è molto adatto per i volumi di produzione elevati di Ventura e offre una grande precisione e un alto grado di ripetibilità.

Ventura utilizza l'ECM per sbavare e raggiungere le intersezioni dei fori trasversali sugli stantuffi dei pistoni (illustrato nell'immagine). È fondamentale che quest'area sia priva di bave. Potrebbe esserci una bava che si stacca da questi fori trasversali contaminare il sistema idraulico del freno provocando il grippaggio del sistema o danneggiando le guarnizioni permettendo perdite di olio idraulico e / o infiltrazioni di aria nel sistema che rendono il sistema inefficace.



Fonte Ventura



Fonte Ventura



EXTRUDE  
HONE®

## Prova subito Extrude Hone!

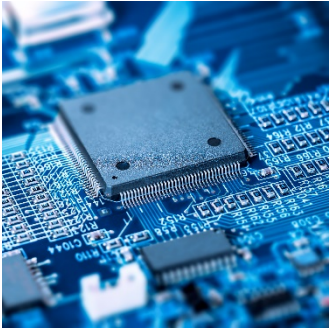
Scopri altre tecnologie e applicazioni con animazioni 3D dettagliate e le testimonianze dei clienti.

Visita il nostro stand virtuale.



Focus su 6 settori industriali - Disponibile in 6 lingue

[www.vb.extrudehone.com](http://www.vb.extrudehone.com)



**EXTRUDE HONE®**  
**SHAPING YOUR FUTURE**

