



Scheda tecnica

Aspetti dell'efficienza energetica delle macchine utensili

In molti settori industriali sono sempre più all'ordine del giorno le questioni relative all'impiego efficiente di energia. Le macchine utensili presentano numerosi sistemi di azionamento e gruppi ausiliari, il cui assorbimento di energia durante la lavorazione può variare notevolmente. Durante la sgrossatura con elevato volume di materiale asportato l'azionamento del mandrino principale e il sistema di alimentazione del lubrorefrigerante funzionano pressoché al punto di esercizio nominale, mentre la potenza assorbita in finitura cala drasticamente. La correlazione tra i singoli componenti e gruppi di una macchina utensile e gli aspetti della produttività e della qualità è molto stretta. Da un esame dettagliato dei processi produttivi fino alla potenza assorbita delle singole utenze è possibile valutare i risparmi potenziali e definire le misure per un impiego efficiente dell'energia.

In molti settori dell'industria dei beni di investimento, l'efficienza energetica è diventata una delle caratteristiche principali di un prodotto. I motoriduttori per sistemi di trasporto di materiali sono stati già da tempo suddivisi in classi di efficienza energetica. Le strategie per incrementare l'efficienza energetica nella produzione utilizzando le macchine utensili sono svariate. I potenziali si concentrano soprattutto nel carico base delle macchine utensili, il quale comporta un assorbimento di energia anche durante fasi non produttive. Il carico base viene determinato principalmente dai gruppi ausiliari di una macchina. Oltre all'impiego di motori efficienti dal punto di vista energetico nei gruppi ausiliari, è anche possibile ridurre il carico base mediante un sistema di gestione dell'energia. Nelle fasi non produttive le utenze vengono in tal caso disattivate in modo mirato dal controllo numerico della macchina.

Misure concepite per supportare l'operatore nella fase di allestimento migliorano sicuramente l'efficienza energetica in quanto si accorciano le fasi non produttive e si contiene l'influenza del carico base sul bilancio energetico. Gli scarti incrementano inevitabilmente il dispendio energetico per ogni



pezzo realizzato che ha superato positivamente il controllo. Ottenere l'accuratezza richiesta sin dal primo pezzo può pertanto rappresentare un fattore decisivo nell'efficienza energetica di una macchina utensile.

Le soluzioni che presentano un comportamento termico equilibrato e un sistema di misura di posizione preciso vantano già pertanto un netto vantaggio.

Potenza richiesta nella fresatura

Il fabbisogno energetico di un processo di fresatura si ripartisce tra i gruppi di utenze di

- preparazione lubrorefrigerante,
- generazione aria compressa,
- alimentazione elettrica di gruppi secondari della fresatrice,
- pacchetto di controllo CNC con mandrino principale e assi di avanzamento.

A questo si aggiunge l'energia da calcolare in percentuale per illuminazione, ventilazione e climatizzazione dello stabilimento di produzione. Il fabbisogno energetico di un processo di fresatura dipende fortemente dalle dimensioni della fresatrice e dal tipo di lavorazione.

Nell'esempio descritto un pezzo in alluminio di 150 mm x 50 mm x 25 mm viene fresato su un centro di lavoro con un'area di 850 mm x 700 mm x 500 mm. La potenza complessiva media di tutti i gruppi di utenze elencati sopra è di 13 kW per la sgrossatura e di 7,4 kW per la finitura. Le potenze registrate per sgrossatura e finitura forniscono maggiori chiarimenti rispetto alla distribuzione del consumo energetico tra i singoli gruppi di utenze.

Il lubrorefrigerante viene preparato centralmente all'esterno della fresatrice (pompaggio, regolazione della temperatura). Per la sgrossatura sono richiesti in media 5,1 kW. Per la finitura il fabbisogno medio di potenza si riduce a 1,5 kW. Nelle operazioni preliminari alla produzione non viene pressoché assorbita alcuna potenza. La lavorazione a secco offre enormi potenziali per incrementare l'efficienza energetica e delle risorse. In molte applicazioni di fresatura, l'eliminazione del lubrorefrigerante può tuttavia comportare un netto incremento degli scarti e di conseguenza un peggioramento del bilancio energetico.

La potenza media dell'aria compressa varia solo in minima parte nelle fasi di operazioni preliminari alla produzione, sgrossatura e finitura e si aggira in media sull'1,3 kW circa.

L'aria compressa è richiesta per la lubrificazione minima del mandrino, in caso di cambio utensile e per la pulizia del pezzo e in ridotte quantità come aria di pressurizzazione (mandrino, misurazione utensile, sistemi di misura lineari).

Tra le utenze elettriche della macchina si annoverano, oltre al controllo CNC con mandrino principale e assi di avanzamento, numerosi gruppi secondari (cambia pallet, raffreddamento, impianto idraulico, automazione). La potenza assorbita dai gruppi secondari è diversa negli stati di esercizio di operazioni preliminari alla produzione, sgrossatura e finitura di soli 600 W. Con

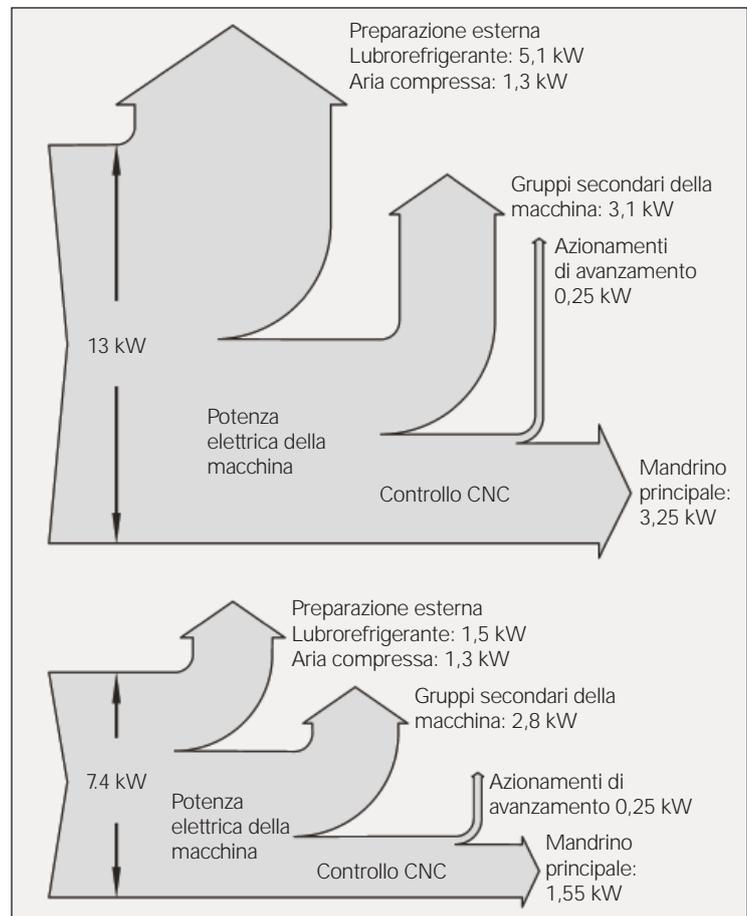
una potenza assorbita di 2,5 kW i gruppi secondari determinano in misura rilevante l'energia assorbita nelle operazioni preliminari alla produzione. La disattivazione mirata dei gruppi secondari offre pertanto potenziali considerevoli.

Nel caso considerato il pacchetto di controllo CNC con tutti i motori di avanzamento e

mandrini principali attivi necessita sia in sgrossatura sia in finitura di appena il 27% della potenza complessiva. La potenza media degli azionamenti assi si assesta in entrambi i casi sui 250 W e viene determinata in misura massiccia dalla forza di arresto dell'asse verticale. Soltanto nelle operazioni di accelerazione e decelerazione si presentano valori di picco di breve durata.



Esempio della potenza richiesta da un processo di fresatura



Potenza media richiesta per la produzione di un pezzo campione, in alto: sgrossatura, in basso: finitura

Efficienza energetica dei componenti di azionamento

Gli azionamenti del mandrino principale e di avanzamento sono tra i componenti centrali della macchina utensile. L'efficienza energetica di un componente di azionamento dipende dal rapporto tra la potenza ceduta e quella assorbita e si ripercuote così nel grado di rendimento. L'insieme di azionamenti di una macchina utensile trasforma la potenza assorbita a livello elettrico in potenza ceduta a livello meccanico. Tra i componenti dell'insieme di azionamenti rientrano il modulo di alimentazione, i moduli di azionamento, i motori e i componenti meccanici. I dati relativi al grado di riferimento si basano sul punto di esercizio nominale. In altri punti di esercizio il grado di rendimento dei singoli componenti può divergere notevolmente. I moduli di alimentazione e azionamento HEIDENHAIN raggiungono un grado di efficienza di oltre il 95 %.

Potenza assorbita nella fresatura

La potenza assorbita di mandrino principale e assi di azionamento viene suddivisa in due lavorazioni.

Esempio 1: sgrossatura radiale

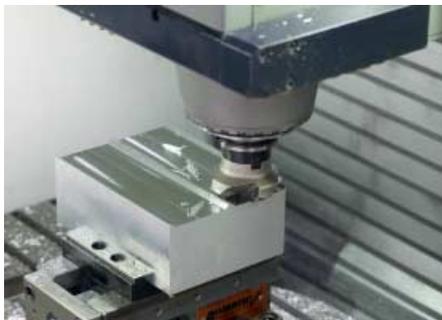
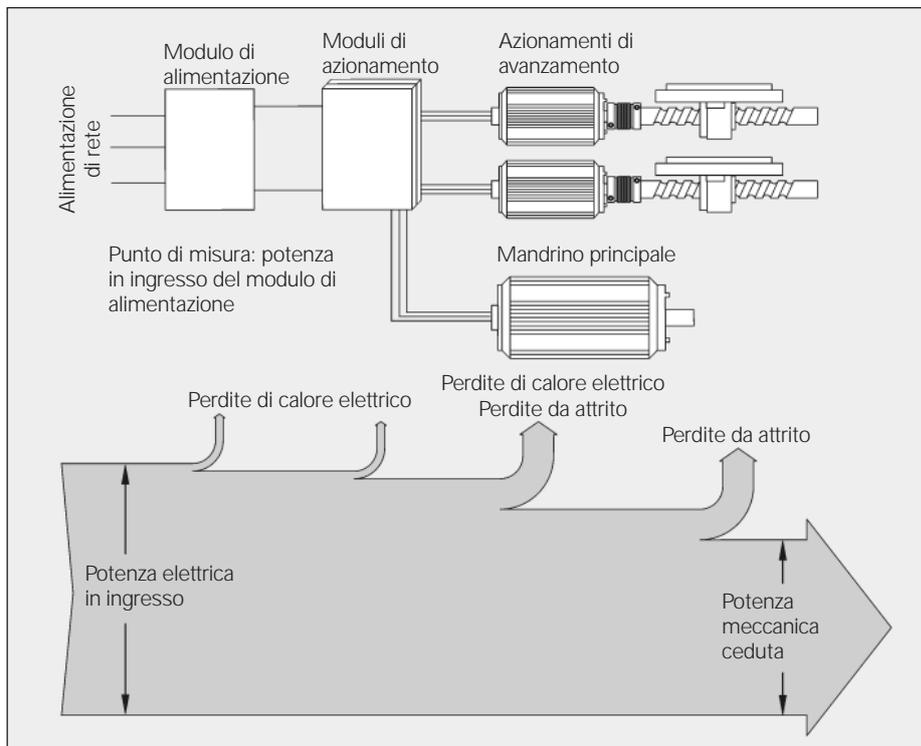
Per la sgrossatura radiale con avanzamento parallelo all'asse i motori di avanzamento assorbono in media appena 200 W. Il mandrino principale raggiunge con 19 kW circa la propria potenza nominale.

Esempio 2: tasca circolare

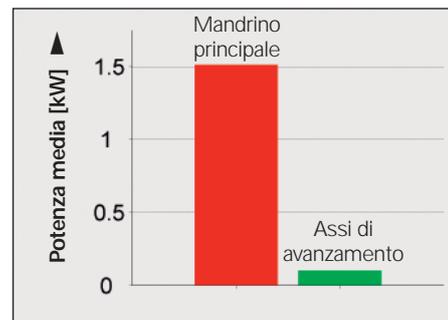
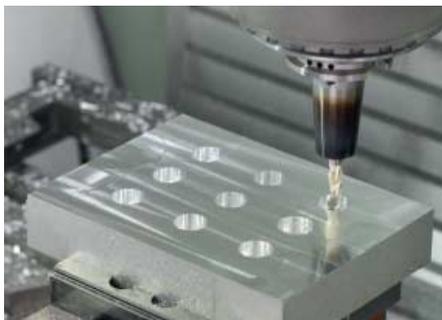
La tasca circolare viene realizzata con un ciclo di sgrossatura e uno di finitura. La potenza media degli azionamenti assi è in questo caso di 100 W. Il mandrino principale richiede una potenza di 1,5 kW.

Riepilogo

Gli azionamenti assi si accontentano soltanto di una ridotta percentuale della potenza complessiva del CNC e possono pertanto aumentare solo in misura limitata l'efficienza energetica. Al contrario, la scelta del mandrino principale può influenzare significativamente il bilancio energetico. Se l'azionamento di un mandrino principale lavora ben al di sotto del punto di esercizio nominale, aumentano in percentuale le perdite proprie dell'azionamento con conseguenze negative sull'efficienza energetica. Se il mandrino principale limita il volume di asportazione massimo possibile per unità di tempo di un processo di fresatura, quest'ultimo dura inevitabilmente più a lungo. Ne consegue che l'efficienza energetica risulta peggiore a causa del carico base generato tramite i gruppi secondari. Per rendere più efficiente la configurazione dei processi di fresatura è possibile ricorrere anche al potenziale disponibile in termini di grado di rendimento dei motori del mandrino, ad esempio impiegando un motore sincrono al posto di uno asincrono.



Potenza media assorbita degli azionamenti nella sgrossatura radiale
Testa portataglienti: D = 60 mm, velocità: 4 100 giri/min, incremento in profondità: 4 mm



Potenza media assorbita degli azionamenti nella fresatura di una tasca circolare
Tasca circolare: D = 20 mm, fresa frontale: D = 10 mm, sovrametallo laterale: 5 mm, incremento in profondità 2 x 5 mm, velocità: 16 000 giri/min

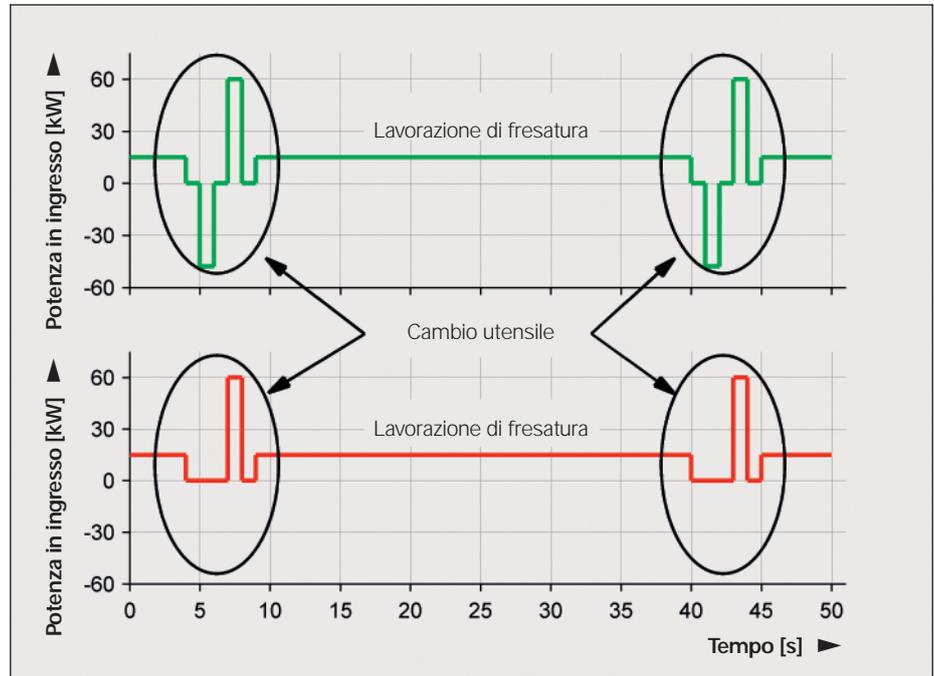
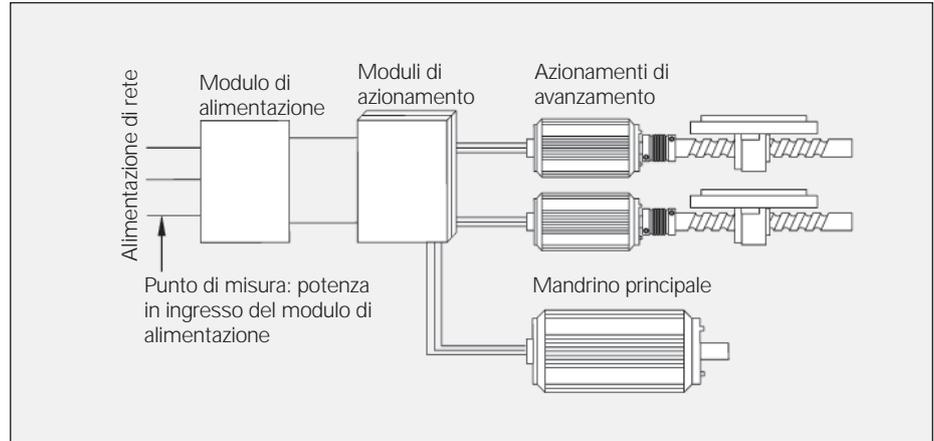
Efficienza di moduli di alimentazione con recupero in rete

Ogni operazione di accelerazione di un azionamento impone in contrapposizione anche una decelerazione. L'energia di gran parte delle masse in movimento degli azionamenti viene così trasformata in energia elettrica.

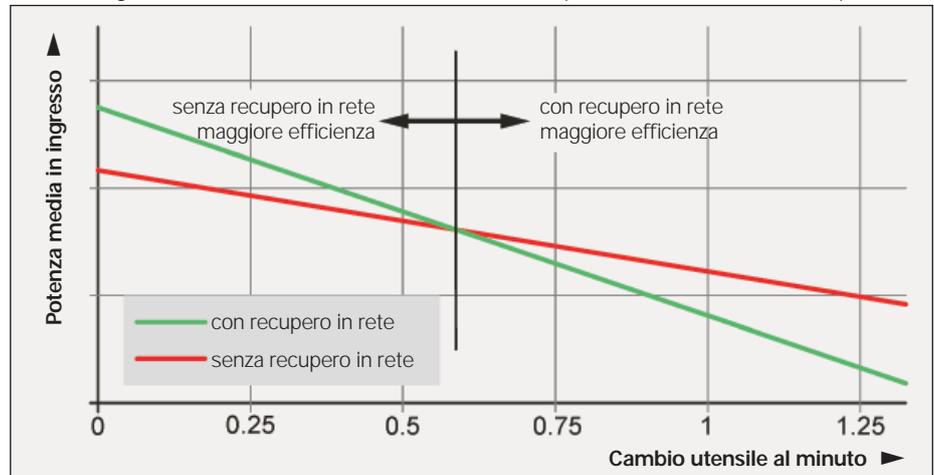
I moduli di alimentazione dei controlli CNC di HEIDENHAIN vengono realizzati in versione con recupero in rete e senza recupero in rete. Con un modulo di alimentazione senza recupero in rete, l'energia cinetica liberatasi durante l'operazione di decelerazione viene trasformata in calore dalle resistenze di frenata. Il modulo di alimentazione con recupero in rete reintroduce tale energia nella rete. La diramazione di recupero indispensabile a tale scopo e i necessari componenti per il livellamento della tensione di rete generano tuttavia anche perdite se gli azionamenti non necessitano di potenza. Anche nel normale funzionamento di alimentazione, la potenza dissipata aumenta leggermente. Un modulo di alimentazione con recupero in rete funziona quindi in maniera più efficiente di uno senza recupero in rete, se l'energia recuperata in rete prevale sulla maggiore potenza dissipata. La scelta di un modulo di alimentazione con o senza recupero in rete dipende quindi anche dalle lavorazioni da eseguire sulla macchina.

Per il bilancio energetico è determinante il numero di cambi di utensile. In un esempio la lavorazione di fresatura viene interrotta ciclicamente a 15 kW dal cambio utensile. Per l'avviamento del mandrino principale necessita di un picco di potenza di 60 kW circa. Mentre il modulo di alimentazione con recupero in rete riporta l'energia nella rete alla decelerazione a 48 kW per breve periodo, l'energia cinetica viene trasformata in calore con modulo di alimentazione senza recupero in rete.

A causa dell'elevata prestazione di lavorazione, più spesso viene interrotta la lavorazione di fresatura per un cambio utensile, più la potenza media in ingresso diminuisce. Il modulo di alimentazione con recupero in rete funziona così in modo più efficiente non appena l'intervallo di tempo tra due cambi utensile è inferiore a 100 s (corrispondente a 0,6 cambi utensile al minuto). Nei processi con molti cambi utensile al minuto, il modulo di alimentazione con recupero in rete si rivela nella maggior parte dei casi la migliore soluzione. Per la fresatura profilo con occasionale cambio utensile risulta più vantaggioso il sistema senza recupero in rete.



Potenza in ingresso del modulo di alimentazione – in alto: con recupero in rete, in basso: senza recupero in rete



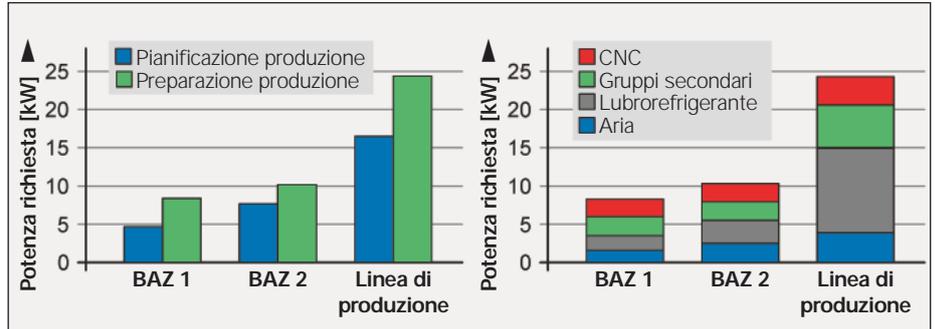
Analisi dell'efficienza di un modulo di alimentazione nelle versioni con e senza recupero in rete

Disattivazione mirata di gruppi ausiliari

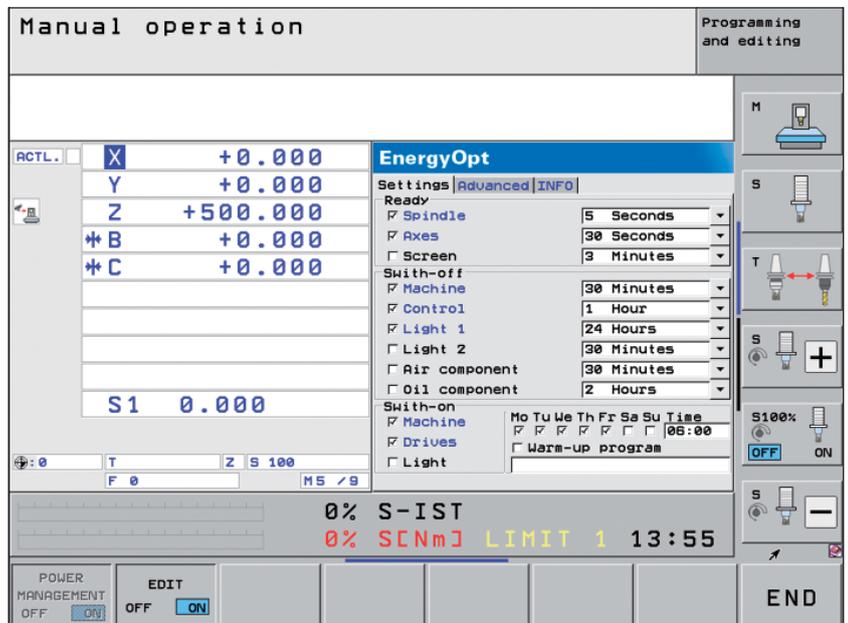
Un confronto della potenza assorbita tra due centri di lavoro (BAZ) e una linea di produzione con tre stazioni di lavoro illustra ulteriori potenziali di risparmio. Siccome il fabbisogno di energia di alcuni gruppi di utenze si riduce essenzialmente soltanto nelle operazioni preliminari alla produzione, le fasi non produttive devono essere mantenute le più brevi possibili. Nel caso di centri di lavoro per lotti di produzione più piccoli, il bilancio energetico può essere notevolmente migliorato disattivando in modo mirato i gruppi secondari. Risultano inoltre altri potenziali di risparmio se si impiegano pompe ad efficienza energetica nel circuito del lubrificante.

La disinserzione razionale di gruppi secondari (impianto idraulico, raffreddamento mandrino) o dell'alimentazione di aria compressa può tuttavia avere effetti controproducenti. Qualora l'eliminazione improvvisa di calore dissipato di gruppi secondari o l'effetto temperante di mezzi comporti variazioni termiche nel telaio della macchina, possono presentarsi scarti che peggiorano il bilancio energetico di un processo produttivo. I gruppi secondari possono essere disinseriti in funzione delle necessità in particolare su macchine con ridotta tendenza alle variazioni termiche. In ogni caso si presuppone tuttavia uno studio accurato della soluzione di risparmio energetico.

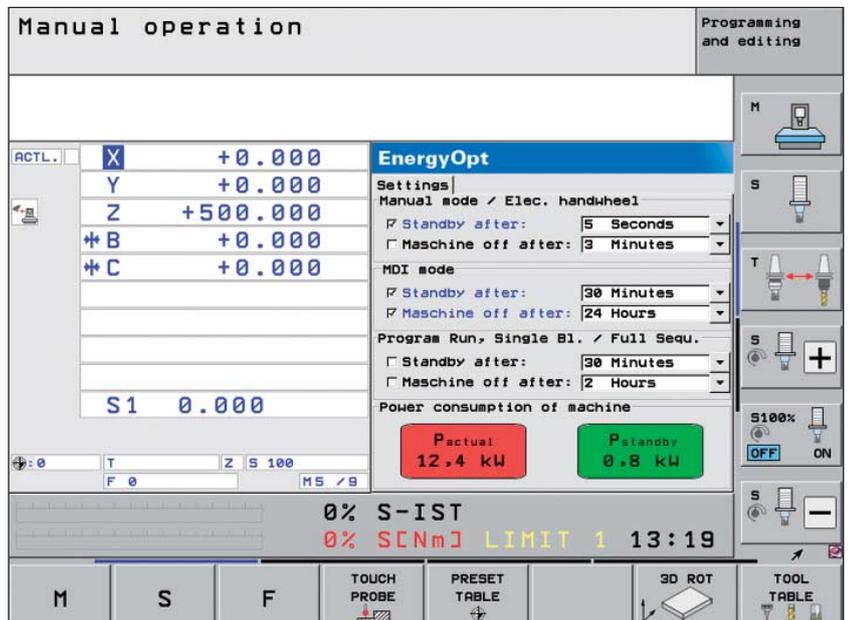
Il CNC può pertanto essere impiegato come unità di controllo centralizzato del sistema di gestione energetica di una macchina utensile e della relativa periferia. Per il CNC 530 sono disponibili a tale scopo speciali funzioni PLC per concatenare gli eventi nel processo di produzione (ad es. Arresto NC) con uscite per il comando di gruppi secondari. Agli eventi possono essere assegnati tempi di ritardo affinché ad esempio gli azionamenti vengano bloccati dopo un tempo di arresto e venga interrotta l'alimentazione elettrica. Su tale base possono essere create funzioni per disattivare i diversi gruppi secondari, assi, illuminazione nell'area di lavoro ecc. Queste funzioni base possono essere personalizzate dal costruttore e adattate al relativo tipo di macchina. Per l'operatore è utile un ulteriore livello di parametrizzazione in cui il sistema di gestione energetica possa essere adeguato alle relative consuetudini di impiego. Nell'esempio illustrato possono essere configurate funzioni di disattivazione (azionamenti, morsetti, standby, arresto d'emergenza, spegnimento) per le più diverse modalità operative.



Potenza richiesta da 3 processi di produzione suddivisa per stati di esercizio e gruppi di utenze.



Esempio di un menu di configurazione dedicato a costruttori di macchine per disattivare gruppi secondari, assi, illuminazione ecc.



Gestione energetica: possibile maschera di configurazione per l'utente

Riduzione dei tempi passivi mediante supporto ottimale in fase di allestimento

Grazie al carico base energetico relativamente elevato delle macchine utensili, i tempi passivi si ripercuotono in misura determinante sull'efficienza energetica di un processo di lavorazione. Per ridurre il fabbisogno energetico per ogni pezzo, i tempi passivi dovrebbero pertanto essere ridotti al massimo così come i tempi di attrezzaggio e allestimento. In linea di principio, è efficiente ciò che incrementa la produttività della macchina.

Tempi passivi in fase di allestimento

I blocchi di programmi NC fanno riferimento alle origini sul pezzo, che devono essere dapprima rilevate nella condizione di serraggio del pezzo. Le origini possono essere acquisite con rapidità e sicurezza utilizzando un sistema di tastatura pezzo. Cicli di tastatura predefiniti e un accoppiamento in tempo reale tra sistema di tastatura e controllo numerico consentono di ridurre notevolmente i tempi passivi e di incrementare allo stesso tempo l'accuratezza di lavorazione. In combinazione con le funzioni di tastatura dei controlli numerici TNC, le origini possono essere impostate in automatico con il sistema di tastatura TS di HEIDENHAIN. È così possibile evitare anche errori in fase di attrezzaggio che comportano inevitabilmente degli scarti.

I sistemi di tastatura riducono i tempi passivi, migliorano la qualità di lavorazione, prevenendo gli scarti e incrementano la produttività, diminuendo così il fabbisogno energetico per ogni pezzo prodotto. I risparmi potenziali in termini di tempi passivi sono illustrati sulla base di due esempi, mettendo a confronto i tempi di attrezzaggio con comparatore e tastatore HEIDENHAIN su una macchina utensile con un carico base di 4 kW.

Lavorazione 1

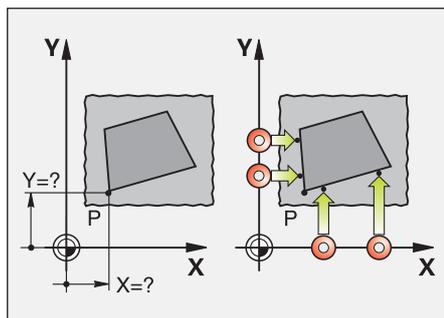
- Allineamento parallelo all'asse del pezzo grezzo
- Definizione origine su uno spigolo nel piano di lavoro
- Definizione origine nell'asse utensile sulla superficie del pezzo grezzo

Lavorazione 2

- Allineamento parallelo all'asse del pezzo grezzo tramite due fori
- Definizione origine al centro del primo foro nel piano di lavoro
- Definizione origine nell'asse utensile sulla superficie del pezzo grezzo



Lavorazione 1

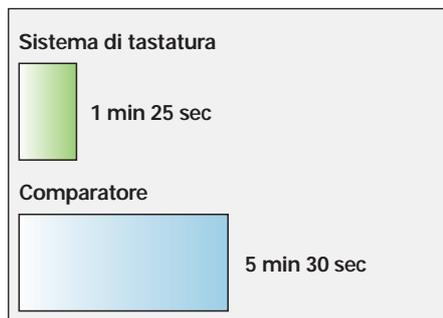


Risparmio di tempo

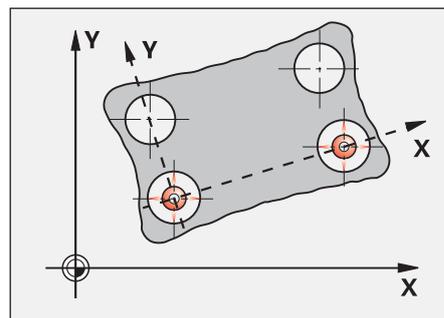
Per questa operazione di allestimento risulta un risparmio di tempo di 4 min ovvero del 72% circa utilizzando un sistema di tastatura TS di HEIDENHAIN.

Risparmio di energia

Per 10 operazioni di allestimento al giorno e 220 giorni lavorativi si risparmiano ogni anno 580 kWh, corrispondenti all'incirca al fabbisogno energetico annuo di 5 frigoriferi di classe energetica A++.



Lavorazione 2

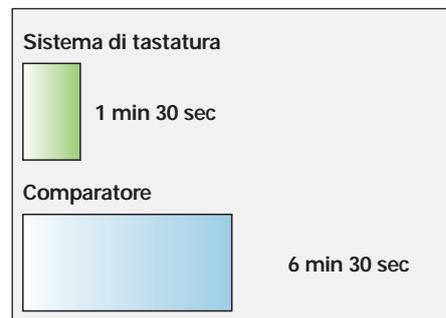


Risparmio di tempo

Per questa operazione di allestimento risulta un risparmio di tempo di 5 min ovvero del 77% circa utilizzando un sistema di tastatura TS di HEIDENHAIN.

Risparmio di energia

Per 10 operazioni di predisposizione al giorno e 220 giorni lavorativi si risparmiano ogni anno 730 kWh, corrispondenti all'incirca al fabbisogno energetico annuo di 6 frigoriferi di classe energetica A++.



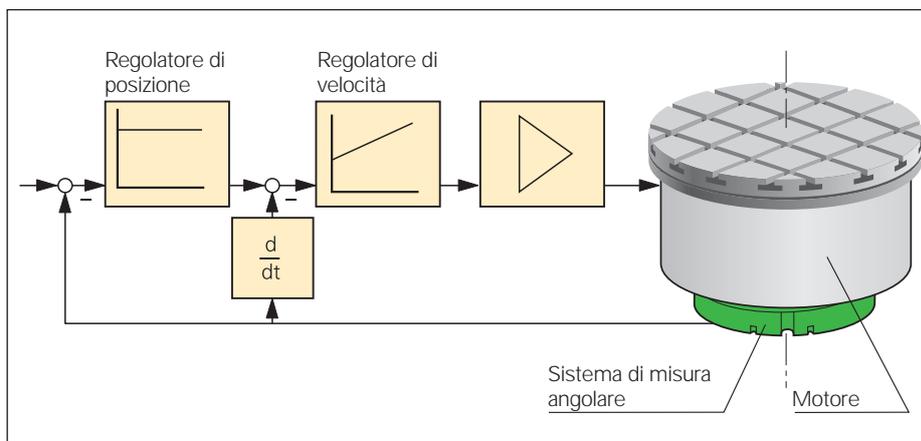
Sistemi di misura per l'efficienza energetica di funzionamento di azionamenti controllati

Nei control loop di motori per mandrino principale e assi di avanzamento ad azionamento diretto, anche le più piccole anomalie nei segnali di feedback possono comportare considerevoli variazioni nella corrente del motore.

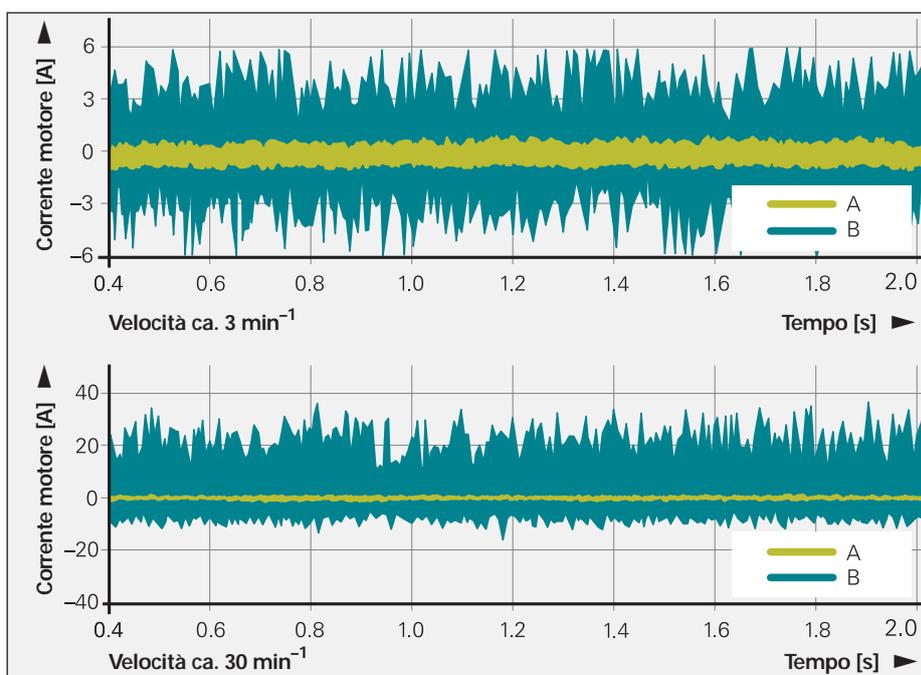
Per l'interpolazione dei segnali di un sistema di misura di posizione si formano scostamenti di breve durata nell'arco di un periodo del segnale (errori di interpolazione), pari di norma allo 0,5% circa del periodo del segnale. Se la frequenza degli errori di interpolazione aumenta, l'azionamento di avanzamento può non seguire più l'andamento di errore. Tuttavia, con gli errori di interpolazione si generano componenti elettriche supplementari. A parità di coppia, l'assorbimento energetico del motore aumenta di conseguenza e il grado di rendimento peggiora. L'energia supplementare assorbita viene trasformata in calore. Il calore deve essere normalmente dissipato raffreddando il motore e impiegando così ulteriore energia.

Un confronto degli effetti di un sistema di misura angolare ottico e di un sistema di misura modulare magnetico su una tavola rotante ad azionamento diretto sottolinea l'importanza di disporre di segnali di posizione di elevata qualità. Il sistema di misura angolare utilizzato del tipo RCN 226 con 16 384 linee genera disturbi percettibili nella corrente del motore e il motore sviluppa meno calore. Il sistema di misura modulare dispone di periodi del segnale nettamente inferiori grazie al sistema di scansione magnetico. Utilizzando le stesse impostazioni di regolazione si formano notevoli disturbi nella corrente del motore. Con una velocità di 30 min^{-1} circa, il valore effettivo della corrente è quindi ad esempio di 15 A maggiore rispetto ad un sistema di misura ottico. Ne consegue pertanto un riscaldamento nettamente superiore del motore.

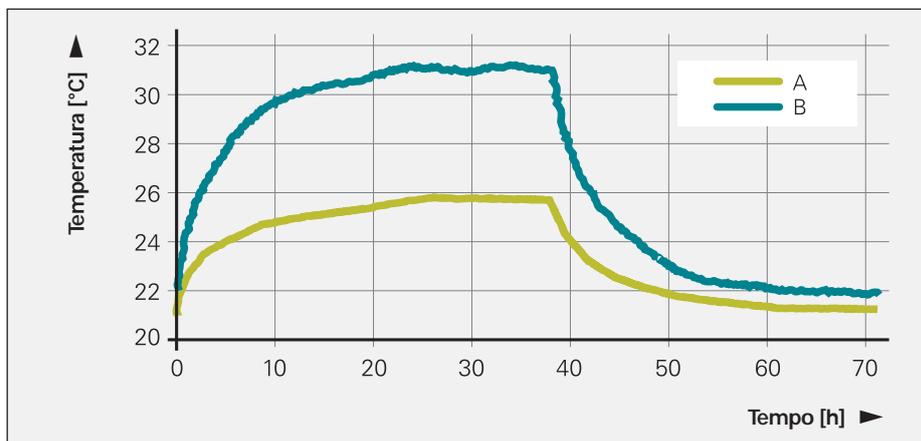
Impiegando un sistema di misura con segnali di qualità inferiore, possono verificarsi maggiori perdite del motore. Inoltre, nel bilancio energetico è necessario considerare anche il fabbisogno supplementare di energia del raffreddamento attivo. Per migliorare l'efficienza energetica del motore, occorre pertanto impiegare sistemi di misura con segnali di elevata qualità.



Control loop con azionamento rotativo diretto (motore torque)



Corrente motore di un azionamento diretto per encoder di posizione
A: con ridotto errore di interpolazione (sistema di misura angolare ottico)
B: con elevato errore di interpolazione (sistema di misura modulare magnetico)



Andamenti termici di un azionamento diretto con encoder di posizione ottico (A) e magnetico (B)

Minimizzazione degli scarti grazie alla tecnologia Closed Loop

I pezzi di scarto riducono la produttività di un processo produttivo e contribuiscono in misura determinante a incrementare i costi energetici per ogni pezzo che ha superato positivamente il controllo. Una causa essenziale della generazione di scarti è rappresentata dalle variazioni termiche di assi di avanzamento basati su viti a ricircolazione di sfere.

In funzione delle velocità e delle forze di avanzamento si modifica rapidamente la distribuzione termica delle viti a ricircolazione di sfere. Le variazioni lineari risultanti (tipiche: $100\ \mu\text{m}/\text{m}$ nell'arco di 20 min) possono comportare su macchine utensili nel Semi-Closed Loop (senza sistemi di misura lineari, figura 1 in alto) difetti significativi sul pezzo.

Se il sistema di misura lineare si impiega per rilevare la posizione della slitta (figura 1 in basso), l'incremento della temperatura della vite a ricircolazione di sfere (figura 2) non ha alcun effetto sull'accuratezza. Si parla anche di funzionamento in Closed Loop, in quanto gli errori della meccanica di azionamento vengono misurati e quindi compensati nel control loop di posizione.

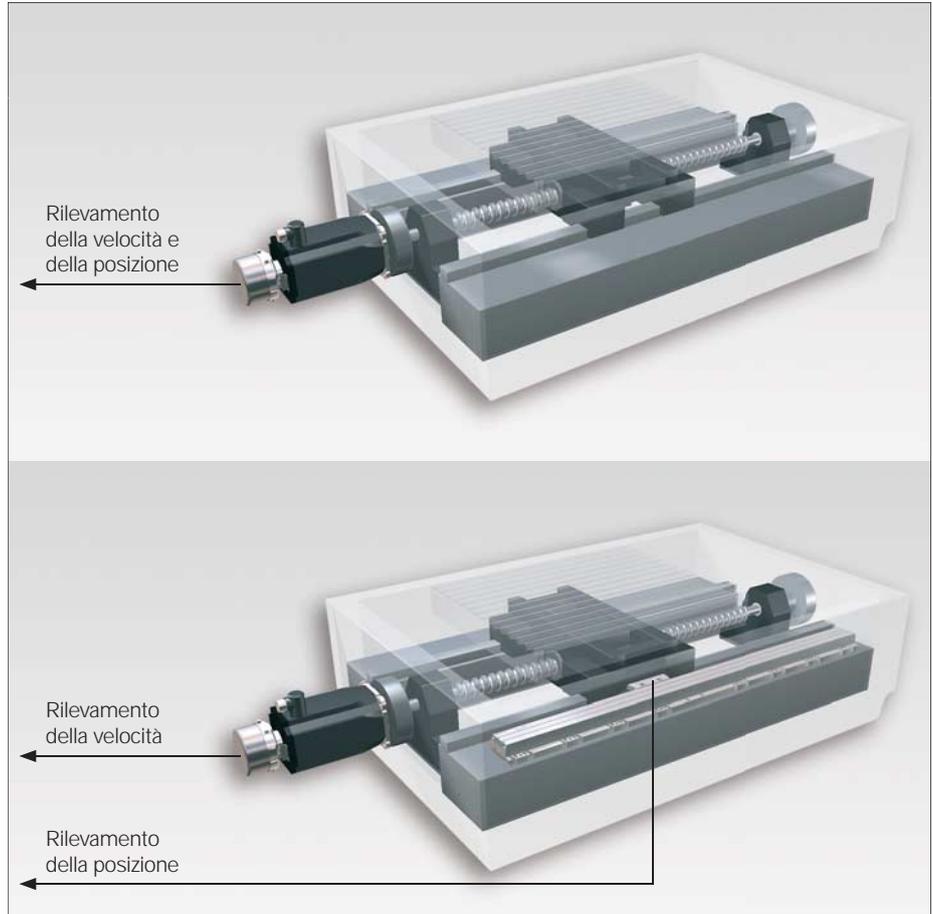


Figura 1

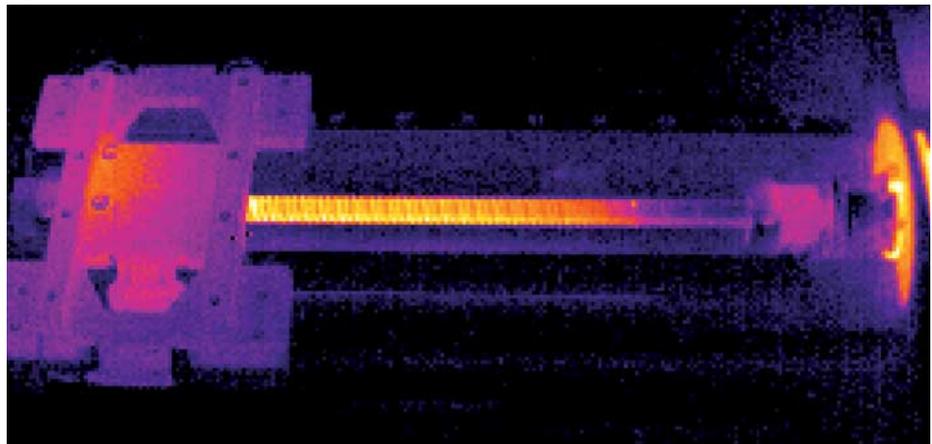


Figura 2

Esempio di lavorazione: leva di accoppiamento per impennaggio

Per valutare l'accuratezza ottenibile nella produzione di piccoli lotti, la leva di impennaggio viene realizzata due volte dallo stesso pezzo grezzo. Il secondo pezzo viene quindi fresato sfalsato soltanto di 10 mm verso il basso. Tra le due lavorazioni vengono eseguiti venti cicli di lavorazione dello stesso pezzo sul grezzo. Se si lavora nel Semi-Closed Loop, i due profili del pezzo si discostano tra loro di quanto rilevabile dalla rigatura. Questo scostamento tra i pezzi è di 44 μm nel Semi-Closed Loop. Se invece si impiegano i sistemi di misura lineari nel Closed Loop, tale rigatura non si forma. In questo modo è possibile garantire una precisione ripetibile sin dal primo pezzo.

Risparmio energetico nel Closed Loop

La produzione di 22 leve di accoppiamento richiede 2 ore nell'esempio considerato. La quota funzionale dei due fori con una distanza di 350 mm e una tolleranza IT7 corrisponde a uno scostamento ammesso di $\pm 28 \mu\text{m}$.

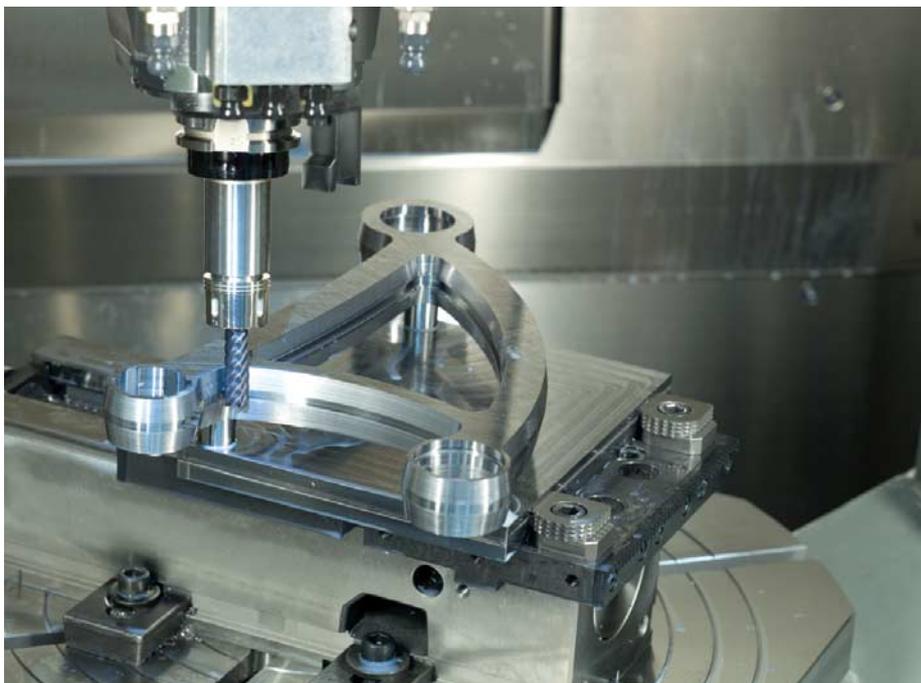
Per la produzione di 22 pezzi conformi la macchina deve eseguire nel Semi-Closed Loop il programma NC dapprima ciclicamente per 25 minuti al fine di poter garantire il rispetto della tolleranza IT7. Con funzionamento a caldo, l'energia assorbita è pari ad appena il 10% circa in meno del valore in fresatura.

I costi dell'energia per ogni pezzo conforme sono pertanto del 19% maggiori nel Semi-Closed Loop rispetto alla produzione di 22 elementi nel Closed Loop con sistemi di misura lineari. Se ogni giorno vengono prodotti 50 pezzi nel Semi-Closed Loop con fase di riscaldamento avviata, per una fresatrice con una potenza richiesta in lavorazione di 8 kW per 220 lavorativi si aggiunge un ulteriore fabbisogno di 660 kWh.



Semi-Closed Loop:
variazione termica

Closed Loop:
nessuna variazione
termica



Conclusioni

Le analisi dei processi di lavorazione ad asportazione di materiale mostrano che la potenza assorbita dal controllo NC con azionamenti per avanzamento e mandrino principale è spesso compresa tra il 25 e il 30% della potenza totale richiesta. I gruppi secondari nella macchina e nella relativa periferia assumono, invece, un ruolo determinante nel bilancio energetico.

Per l'efficiente utilizzo dell'energia sono disponibili diverse possibilità. Considerevoli risparmi si possono già ottenere scegliendo in modo adeguato i componenti della macchina utensile.

A seconda del numero di cambi utensile durante la fresatura o la tornitura, il controllo CNC può valutare se è opportuno adottare l'opzione di alimentazione con e senza recupero in rete. L'energia recuperata in rete è in tal caso a disposizione per altre utenze correlate alla macchina.

Adegua i mandrini principali per velocità e coppia allo spettro di lavorazione della macchina, sono possibili ulteriori risparmi di energia. Se è necessaria una configurazione universale del mandrino principale, il re-

lativo motore potrebbe essere azionato con gradi di rendimento non vantaggiosi, con conseguenti ripercussioni sul bilancio energetico.

L'efficienza di motori di mandrini principali e azionamenti diretti può essere sensibilmente influenzata dalla scelta dell'encoder di posizione. Gli encoder con risoluzione e accuratezza troppo basse determinano maggiori valori di corrente nel control loop di posizione. Per ottenere un maggiore grado di rendimento degli azionamenti controllati sono indispensabili encoder di posizione con elevato numero di linee.

È dimostrato che i sistemi di misura lineari incrementano l'accuratezza contribuendo così a rendere il risultato della lavorazione più preciso e riproducibile. In questo modo è possibile ridurre in maniera significativa gli scarti di produzione e come conseguenza diretta il fabbisogno di energia per ogni pezzo conforme a specifiche e standard.

I gruppi per la preparazione di lubrorefrigeranti, per l'alimentazione di aria compressa e dell'impianto idraulico nonché per il raffreddamento raggiungono una percentuale

significativa della potenza totale. Se la macchina dispone di sistemi di azionamento per le pompe particolarmente efficienti, si possono ottenere già considerevoli risparmi. Inoltre, è disponibile un sistema di gestione dell'energia sul controllo CNC con disinserimento mirato dei gruppi. Gli azionamenti delle pompe, ad esempio, possono essere disinseriti con comando temporizzato al termine di una lavorazione.

Anche nella produzione stessa sono spesso presenti potenziali di risparmio energetico. Di massima priorità risulta la riduzione delle fasi non produttive in presenza di un carico base relativamente elevato delle macchine utensili. I controlli CNC di HEIDENHAIN offrono un valido e versatile supporto in tale contesto. Ad iniziare dalle soluzioni per la semplice e intuitiva definizione dei programmi con funzioni per l'allestimento dei pezzi utilizzando i sistemi di tastatura HEIDENHAIN fino ad arrivare alla guida precisa e sincronizzata dei movimenti per lavorazioni da tre a cinque assi: l'operatore può contare su un know-how frutto di decenni di esperienza e competenza nel settore della lavorazione ad asportazione di materiale.



Ulteriori informazioni

Per ulteriori informazioni sugli argomenti e sui prodotti descritti contattare HEIDENHAIN all'indirizzo e-mail info@heidenhain.it o telefonicamente allo 02 27075-1. I cataloghi e le informazioni tecniche raffigurate sono disponibili anche in Internet all'indirizzo www.heidenhain.it nella sezione Download.



Catalogo
Sistemi di misura lineari
per macchine utensili controllate



Catalogo
Sistemi di misura modulari magnetici



Catalogo
Controllo numerico continuo iTNC 530
CD-ROM
Presentazione iTNC



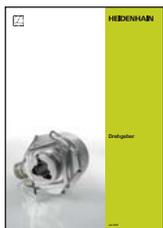
Catalogo
Sistemi di misura lineari aperti



Catalogo
Sistemi di misura angolari assoluti con scansione ottimizzata



Cataloghi
Controllo numerico continuo TNC 320
Controllo numerico continuo TNC 620



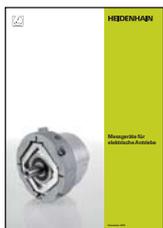
Catalogo
Trasduttori rotativi



Catalogo
Sistemi di misura angolari con cuscinetto proprio



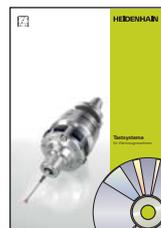
Catalogo
Controllo numerico continuo MANUALplus 620



Catalogo
Sistemi di misura per motori elettrici



Catalogo
Sistemi di misura angolari senza cuscinetto



Catalogo e CD-ROM
Sistemi di tastatura



Scheda tecnica
Accuratezza del posizionamento



Scheda tecnica
Accuratezza delle lavorazioni delle macchine utensili



Scheda tecnica
Sistemi di misura per assi di avanzamento con motori diretti

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH sviluppa e produce sistemi di misura lineari e angolari, trasduttori rotativi, visualizzatori di quote e controlli numerici. HEIDENHAIN fornisce i propri prodotti a costruttori di macchine utensili e a produttori di macchine e impianti automatizzati, in particolare per la realizzazione di semiconduttori e sistemi elettronici.

HEIDENHAIN è rappresentata in oltre 50 Paesi, per lo più con filiali. Sales engineer e tecnici qualificati supportano l'utente in loco offrendo consulenza e assistenza.



HEIDENHAIN

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH

Dr.-Johannes-Heidenhain-Straße 5

83301 Traunreut, Germany

☎ +49 8669 31-0

FAX +49 8669 5061

E-mail: info@heidenhain.de

www.heidenhain.de