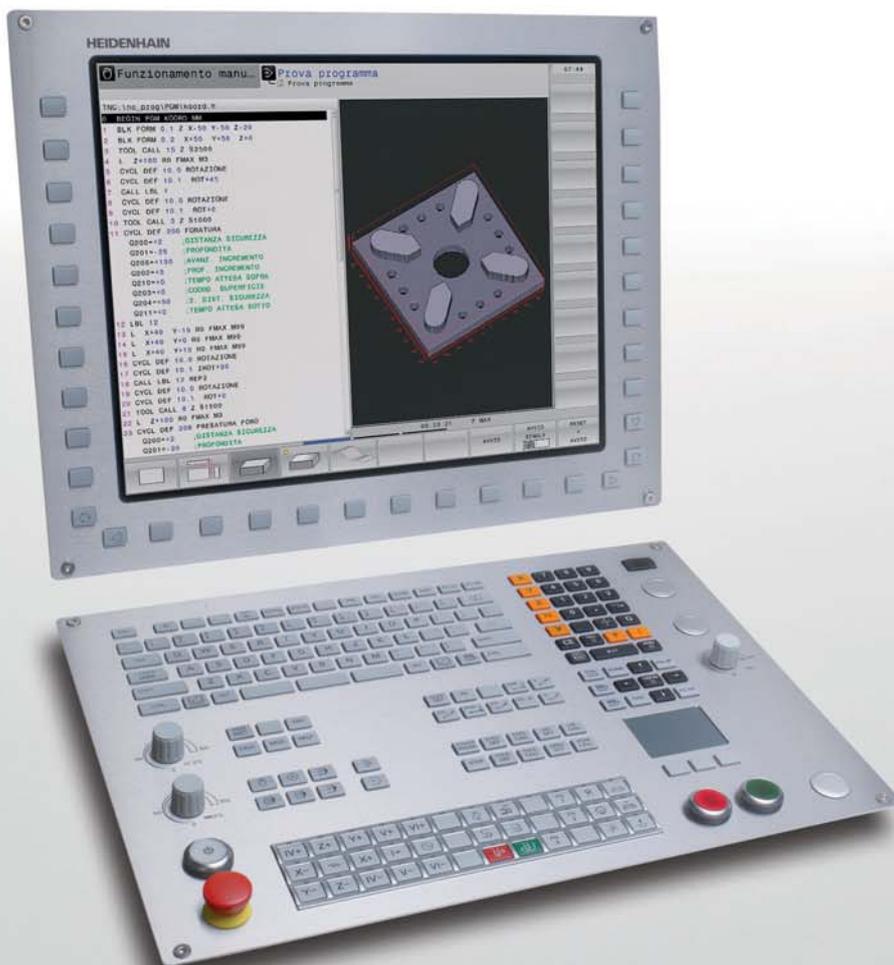




# HEIDENHAIN



## TNC 640

Il controllo numerico continuo per centri di lavoro e centri di tornitura-fresatura





# Indice

## TNC 640

Quali sono le sue applicazioni?	<b>Versatilità d'impiego</b> – Il controllo numerico continuo TNC per fresatrici e centri di tornitura-fresatura	<b>4</b>
Come è configurato?	<b>Immediatezza e facilità di comando</b> – TNC 640 nel dialogo con l'operatore – L'interfaccia utente funzionale	<b>6</b>
Quali sono le sue funzioni?	<b>Lavorazioni complete</b> – Fresare e tornire su una macchina (opzione)	<b>10</b>
	<b>Lavorazione rapida, affidabile e fedele al profilo</b> – Sistema di controllo universale e digitale	<b>12</b>
	<b>Lavorazioni a cinque assi</b> – Controllo di testa orientabile e tavola rotante – Percorso utensile ottimale	<b>14</b>
	<b>Minimizzazione dei tempi di attrezzaggio</b> – Semplicità di attrezzaggio	<b>16</b>
	<b>Lavorazioni automatizzate</b> – Misurazione, gestione e comunicazione	<b>18</b>
Quali sono le modalità di programmazione?	<b>Programmazione, editing e test</b> – Possibilità infinite – Supporto grafico in qualsiasi situazione	<b>20</b>
	<b>Programmazione in officina</b> – Tasti funzione univoci per profili complessi – Programmazione libera dei profili – Cicli orientati alla pratica per lavorazioni ripetitive – Cicli di tornitura orientati alla pratica – Riutilizzo degli elementi programmati del profilo – Rapida disponibilità di tutte le informazioni	<b>22</b>
	<b>Apertura alle informazioni esterne</b> – Rapida trasmissione dei dati – Stazione di programmazione TNC 640	<b>30</b>
E gli accessori?	<b>Misurazione di pezzi</b> – Attrezzaggio, selezione origine e misurazione con sistemi di tastatura digitali	<b>32</b>
	<b>Misurazione di utensili per fresare</b> – Rilevamento di lunghezza, raggio e usura direttamente sulla macchina	<b>33</b>
	<b>Controllo e ottimizzazione della precisione della macchina</b> – Misurazione di assi rotativi con opzione KinematicsOpt	<b>34</b>
	<b>Posizionamento con il volantino elettronico</b> – Spostamento preciso degli assi	<b>35</b>
In breve	<b>Tabelle riassuntive</b> – Funzioni utente, accessori – Opzioni – Dati tecnici – Controlli numerici a confronto	<b>36</b>

## Versatilità d'impiego

– Il controllo numerico continuo TNC per fresatrici e centri di tornitura-fresatura

Da oltre 35 anni i controlli numerici continui HEIDENHAIN TNC vengono quotidianamente impiegati su fresatrici, alesatrici, foratrici e centri di lavoro. Nonostante il costante perfezionamento cui sono stati sottoposti, il loro concetto base di funzionamento è rimasto tuttavia invariato.

Questi principi fondamentali trovano espressione anche nel TNC 640: programmazione orientata all'officina con supporto grafico, molti cicli orientati alla pratica e un semplice sistema di comando, caratteristiche che accomunano tutti i controlli numerici HEIDENHAIN.

### Programmazione orientata all'officina

L'operatore programma le tradizionali lavorazioni di fresatura e foratura, e con il TNC 640 anche le lavorazioni di tornitura, da solo sulla macchina mediante dialogo con testo in chiaro, il linguaggio di programmazione orientato all'officina di HEIDENHAIN. Il TNC 640 lo supporta in modo ottimale con pratici dialoghi e utile grafica di guida, naturalmente anche per la tornitura.

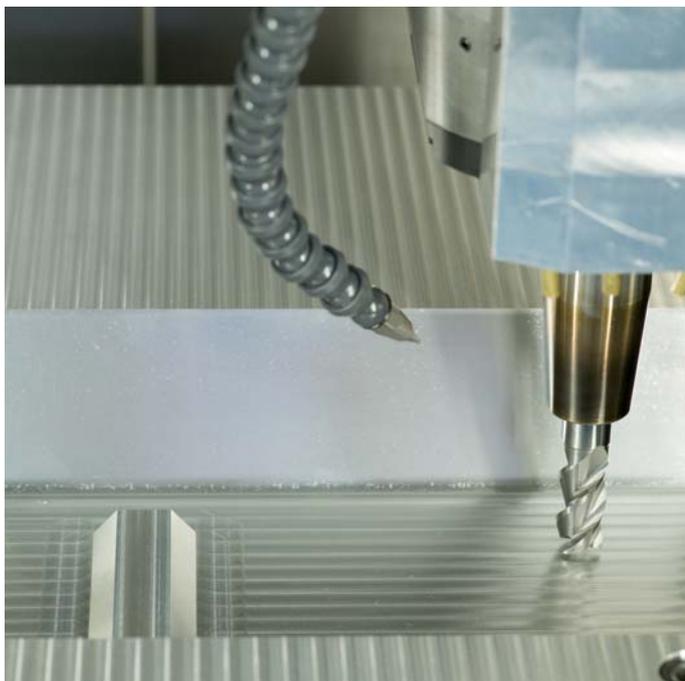
Per produzioni standard ma anche per applicazioni complesse è possibile impiegare numerosi cicli utili per la lavorazione o la conversione delle coordinate.

### Semplicità di comando

Per lavorazioni semplici, ad esempio la spianatura di superfici mediante fresatura o tornitura, non è necessario scrivere alcun programma sul TNC 640. I movimenti di traslazione possono essere eseguiti in manuale: con semplicità utilizzando i tasti di movimento degli assi o con particolare precisione utilizzando il volantino elettronico.

### Creazione di programmi esterni

Il TNC 640 è in grado di gestire anche programmi creati esternamente. L'interfaccia Fast Ethernet garantisce minimi tempi di trasmissione anche per programmi lunghi.



### Universalità

Il TNC 640 è particolarmente indicato per l'impiego su centri di fresatura-tornitura, ma il TNC 640 può essere impiegato anche per lavorazioni HSC e a 5 assi su macchine con fino a 18 assi.

Il TNC 640 si contraddistingue nei campi applicativi descritti di seguito.

### Centri di fresatura-tornitura

- Semplice cambio programmato tra lavorazione di fresatura e tornitura
- Ampio pacchetto di cicli di tornitura
- Velocità di taglio costante
- Compensazione del raggio del tagliente

### Fresatrici universali

- Programmazione in officina nel dialogo con testo in chiaro HEIDENHAIN
- Rapida definizione origine con sistema di tastatura HEIDENHAIN
- Volantino elettronico

### Fresatura ad alta velocità

- Rapida elaborazione dei blocchi
- Breve tempo ciclo dei control loop
- Movimento particolarmente uniforme
- Elevata velocità del mandrino
- Veloce trasmissione dei dati

### Foratura e alesatura

- Cicli di foratura e allineamento mandrino
- Realizzazione di fori inclinati
- Controllo di cannotti (assi paralleli)

### Lavorazione a cinque assi con testa orientabile e tavola rotante

- Rotazione piano di lavoro
- Lavorazione su superficie cilindrica
- TCPM (Tool Center Point Management)
- Correzione utensile 3D
- Rapidità di esecuzione grazie al breve tempo di esecuzione dei blocchi

### Centro di lavoro e lavorazione automatizzata

- Gestione utensili
- Gestione pallet
- Definizione origine controllata
- Gestione origine con tabelle Preset
- Misurazione di pezzi automatica con sistema di tastatura HEIDENHAIN
- Misurazione di utensili automatica e controllo rottura
- Collegamento al sistema di elaborazione centrale



# Immediatezza e facilità di comando

– TNC 640 nel dialogo con l'operatore

## Lo schermo

Il grande schermo piatto a colori TFT da 19" visualizza con massima chiarezza tutte le informazioni necessarie per la programmazione, il funzionamento e il monitoraggio di controllo numerico e macchina: blocchi di programma, segnalazioni, messaggi di errore ecc. Informazioni supplementari vengono fornite dal supporto grafico per l'editing e la prova del programma e durante la lavorazione.

La possibilità di dividere lo schermo a metà (modalità "Split Screen") consente di visualizzare i blocchi NC su una parte e sull'altra la grafica o l'indicazione di stato.

Durante l'esecuzione del programma sono sempre disponibili a video le indicazioni di stato che forniscono informazioni sulla posizione dell'utensile, sul programma in corso, sui cicli attivi, sulle conversioni delle coordinate e sui tempi di lavorazione.

## Il pannello di comando

Come per tutti i TNC HEIDENHAIN, il pannello di comando è orientato alla programmazione. La disposizione funzionale dei tasti nei **gruppi di funzioni** delle modalità Programmazione, Macchina, Gestione/funzioni TNC e navigazione facilita infatti l'immissione del programma. Semplice configurazione dei tasti, simboli autoesplicativi o abbreviazioni identificano con chiarezza e univocità le funzioni.

La **tastiera alfanumerica** consente di inserire commenti o impostare programmi DIN/ISO con massima comodità. Il

**pannello di comando macchina** integrato dispone di tasti a scatto facilmente sostituibili, che permettono la semplice personalizzazione in base alla relativa configurazione della macchina. Con i **potenziometri di regolazione** si adatta con precisione l'avanzamento, il rapido e la velocità del mandrino. Il pannello di comando vanta inoltre un **set di tasti completo per PC** e un **touch pad**, utilizzabile ad esempio per il convertitore DXF.



**Videata** con visualizzazione di due modalità operative, visualizzazione programma, grafica e stato macchina

**Tasti funzione PLC** (softkey) per funzioni macchina

Tasti per **gestione schermo** (ripartizione dello schermo), modalità operativa e commutazione dei softkey

**Tasti funzione** (softkey) autoesplicativi per la programmazione NC

**Tastiera alfanumerica** per inserire commenti e programmi DIN/ISO e **set di tasti per PC** per il comando di funzioni del sistema operativo.

**Porta USB** per supporti dati o dispositivi di puntamento

**Tasti di selezione assi e tastierino numerico**

**Potenzimetri di override** per avanzamento, rapido e velocità mandrino

**Tasti funzione** per modalità di programmazione, modalità macchina, funzioni TNC, gestione e navigazione

**Pannello di comando macchina** con tasti a scatto e LED

**Ergonomia e raffinatezza, avanguardia e tradizione:** queste sono le caratteristiche che contraddistinguono il nuovo design dei controlli numerici HEIDENHAIN, in particolare:

#### **Durata**

Il ricercato design in acciaio inox del TNC 640 è dotato di uno speciale strato protettivo, risultando così particolarmente insensibile alla contaminazione e all'abrasione.

#### **Funzionalità**

I tasti rettangolari, leggermente arrotondati, sono piacevoli al tatto e sicuri nell'azionamento. La loro siglatura è resistente all'abrasione nonostante l'impiego estremo in officina.

#### **Flessibilità**

Il pannello di comando macchina integrato presenta tasti a incastro facilmente sostituibili.

#### **Sicurezza**

I tasti in esecuzione rialzata del pannello di comando prevengono errori. Diodi luminosi per le indicazioni di stato su ogni tasto forniscono informazioni univoche sulle funzioni attive della macchina.

#### **Versatilità**

I softkey utilizzati sia per le funzioni di programmazione sia per quelle macchina visualizzano sempre e soltanto le opzioni di volta in volta disponibili.

#### **Precisione**

Le pratiche manopole consentono di regolare con precisione avanzamento, rapido e velocità mandrino.

#### **Comunicazione**

La rapida interfaccia USB 2.0 consente di collegare direttamente e senza problemi al pannello di comando qualsiasi supporto di memoria o dispositivo di puntamento.



# Immediatezza e facilità di comando

## – L'interfaccia utente funzionale

La chiara configurazione dello schermo abbinata ad una tastiera funzionale ed ergonomica è la soluzione ideale per lavorare con facilità e sicurezza. Principi fondamentali che da sempre contraddistinguono i controlli numerici HEIDENHAIN. Il TNC 640 vanta inoltre una serie di caratteristiche che supportano l'operatore con massima semplicità e praticità.

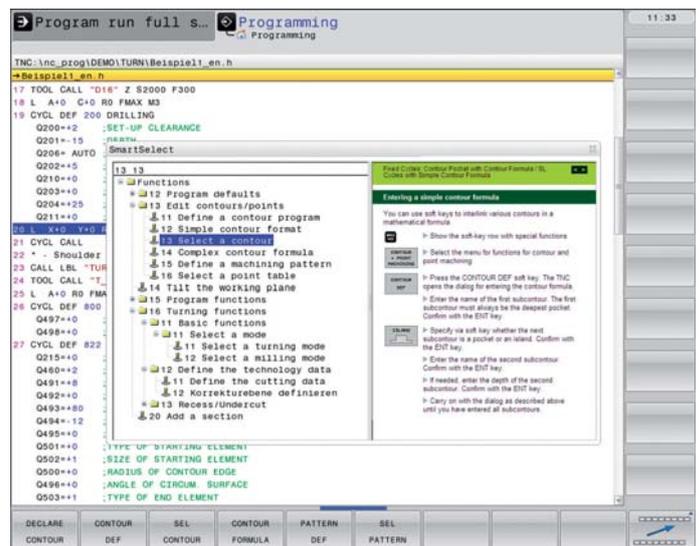
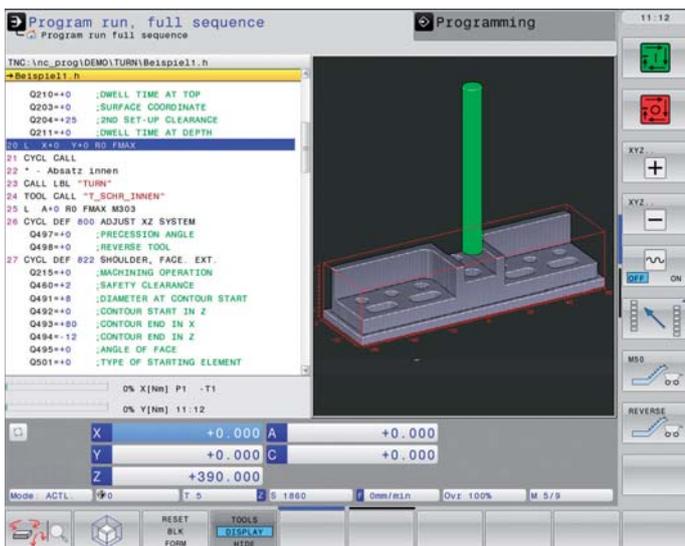
### Rappresentazione accattivante

L'interfaccia utente del TNC 640 vanta un layout moderno dalle forme leggermente arrotondate, dai contrasti cromatici e da un font omogeneo. Le diverse aree della videata sono chiaramente marcate, le modalità principali Macchina ed Editing/Prova sono evidenziate accanto ai dialoghi anche con le relative icone.

Per poter differenziare meglio i messaggi di errore in base alla relativa importanza, il TNC 640 li visualizza in colori codificati. Viene inoltre visualizzato un triangolo di avvertimento, anche questo con differenziazione cromatica.

### Rapida panoramica funzionale

Con **smartSelect** è possibile selezionare con rapidità e semplicità mediante i dialoghi le funzioni che fino ad ora si potevano lanciare esclusivamente tramite i diversi livelli softkey. Già solo selezionando smartSelect, una struttura ad albero mostra tutte le sottofunzioni che possono essere definite nello stato d'esercizio attuale del controllo numerico. Nella parte destra della finestra smartSelect il TNC visualizza persino la guida integrata. Con la selezione mediante cursore o con un clic del mouse compaiono così direttamente informazioni dettagliate sulla relativa funzione. Alla definizione di cicli di lavoro, smartSelect mette a disposizione cicli di tastatura, funzioni speciali (SPEC FCT) e programmazione parametrica.



### Programmi con struttura cromatica

Una riga di programma può contenere tutte le informazioni indispensabili: numero di riga, funzione del programma, valori di immissione e commento. Per mantenere sempre tutto sotto controllo, anche in programmi complessi, il TNC 640 differenzia i singoli elementi del programma mediante colori. L'evidenziazione cromatica della sintassi migliora la visione d'insieme in fase di editing di programmi NC. Si identificano così ad esempio a prima vista i valori di immissione editabili.

### Editor di tabelle standard

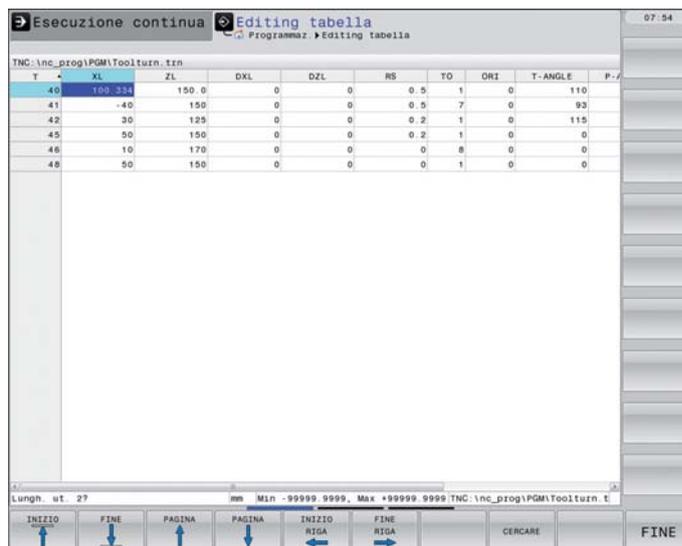
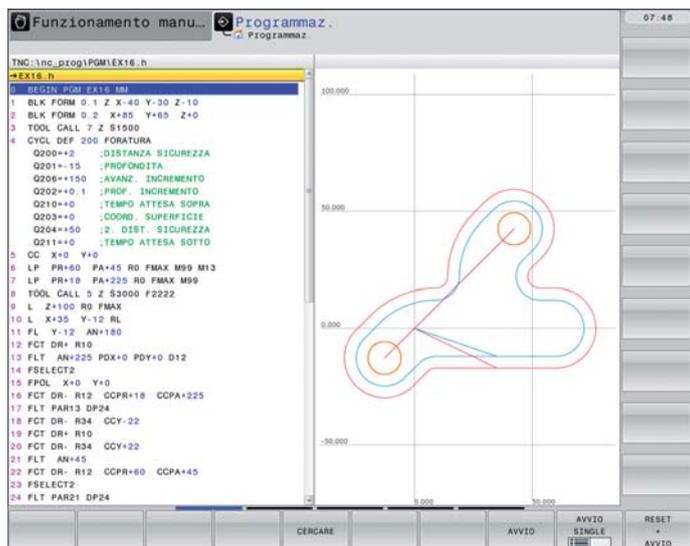
Indipendentemente dalla tabella che si intende elaborare – tabella utensili, Preset o pallet – aspetto, funzionalità e gestione dell'editor sono identici in tutti i casi.

### Riga informativa

Nella riga informativa, il TNC 640 indica il relativo stato della sottomodalità e contribuisce a migliorare l'orientamento. La funzione è comparabile a quella di scorrimento dei web browser.

### Funzione MOD

La modalità ausiliaria MOD è stata in linea generale rielaborata e offre ora indipendentemente dal modo operativo attivo le più diverse possibilità di impostazione in un layout standardizzato.



# Lavorazioni complete

– Fresare e tornire su una macchina (opzione)

Oltre alla complessa lavorazione di fresatura, il pezzo deve essere portato su un tornio per alcune fasi di lavoro? E per la pianificazione delle capacità della macchina, la realizzazione delle attrezzature di fissaggio, il serraggio del pezzo, l'attrezzaggio e la misurazione del pezzo finito? Il TNC 640 supporta l'operatore consentendogli di ridurre notevolmente i tempi: su un centro di fresatura-tornitura con TNC 640 è possibile lavorare completamente il pezzo in un'unica passata: fresatura – tornitura – fresatura in qualsiasi sequenza. E alla fine è possibile controllare le dimensioni di questo pezzo lavorato completamente su una macchina utilizzando un sistema di tastatura HEIDENHAIN.

Il TNC 640 offre funzioni efficienti che consentono di passare con massima semplicità tra le modalità di fresatura e tornitura in modo controllato nel programma NC. L'operatore può scegliere liberamente come e quando combinare tra loro i due metodi di lavorazione. E naturalmente tale passaggio viene eseguito indipendentemente dalla macchina e dalla relativa configurazione degli assi. Alla variazione di modalità, il TNC 640 provvede a tutte le necessarie modifiche interne, ad esempio il passaggio alla visualizzazione del diametro, l'impostazione dell'origine al centro della tavola di tornitura e anche a tutte le funzioni correlate alla macchina, come il bloccaggio del mandrino utensile\*.

## Programmazione tradizionale

Le lavorazioni di tornitura si programmano, come di consueto, con massima praticità e facilità nel dialogo con testo in chiaro HEIDENHAIN. Oltre alla funzioni traiettoria standard, per la definizione del profilo di tornitura è possibile impiegare anche la programmazione libera dei profili FK, che consente di creare con semplicità elementi del profilo non quotati a norma NC. Sono inoltre disponibili anche gli elementi del profilo specifici per la tornitura quali Gola e Scarico, per la cui definizione è possibile basarsi sull'affidabile guida grafica.

\* Questa funzione richiede un adattamento della macchina da parte del costruttore.



### **Cicli di fresatura e tornitura**

I controlli numerici HEIDENHAIN sono rinomati per il loro vasto e tecnologicamente avanzato pacchetto di cicli. Le lavorazioni ripetitive di uso frequente, che comprendono diverse fasi di lavoro, sono memorizzate sotto forma di cicli nel TNC 640. La programmazione si esegue con guida a dialogo tramite l'affidabile grafica di supporto che rappresenta chiaramente i parametri immessi. Oltre ai noti cicli di fresatura e foratura TNC, il TNC 640 vanta anche molti cicli di tornitura, ad esempio per sgrossare, rifinire, eseguire gole e filettature. Il software base delle funzioni di tornitura,

acquisito dai comprovati controlli numerici HEIDENHAIN per torni, consente anche di programmare con massima semplicità sulla macchina lavorazioni di tornitura complesse.

Per i cicli di tornitura profilo più articolati, il TNC 640 impiega le stesse tecnologie utilizzate per la fresatura. Anche in questo caso i programmatori TNC non dovranno apprendere nuove funzioni, ma semplicemente basarsi sulle nozioni ed esperienze acquisite per entrare rapidamente nel mondo della tornitura su fresatrici.



# Lavorazione rapida, affidabile e fedele al profilo

– Sistema di controllo universale e digitale

Grazie alla concezione digitale il TNC 640 ha sotto controllo il sistema di azionamento completo della macchina. La collaudata tecnologia di azionamento digitale di HEIDENHAIN consente non soltanto una elevata fedeltà del profilo e una eccellente lavorazione con elevata precisione, ma con il TNC 640 anche tutti i componenti del controllo numerico sono collegati mediante interfaccia digitale.

## Tecnologia digitale

Regolatore della posizione, regolatore della velocità e regolatore della corrente sono integrati nel TNC 640. Grazie alla regolazione motore digitale è possibile realizzare avanzamenti molto elevati. Il TNC 640 è in grado di eseguire interpolazioni simultanee in un massimo di cinque assi. Per raggiungere la necessaria velocità di taglio, il TNC 640 regola in digitale la velocità del mandrino fino a **60000 min<sup>-1</sup>**.

## Alta fedeltà del profilo

Il TNC 640 precalcola il profilo in modo dinamico. È così in grado di adeguare tempestivamente la velocità dell'asse ai raccordi del profilo. Il controllo numerico regola gli assi con speciali algoritmi che garantiscono un movimento fluido in termini di velocità e accelerazione.

## Massima fedeltà del profilo e qualità superficiale

Filtri speciali eliminano in modo mirato oscillazioni proprie della macchina. La precisione richiesta è garantita dalla massima qualità superficiale. Con brevi tempi di esecuzione dei blocchi pari a 0,5 ms, persino profili ultraprecisi con minime distanze tra i punti non sono un problema.



### Rapidità di lavorazione con precisione predefinita

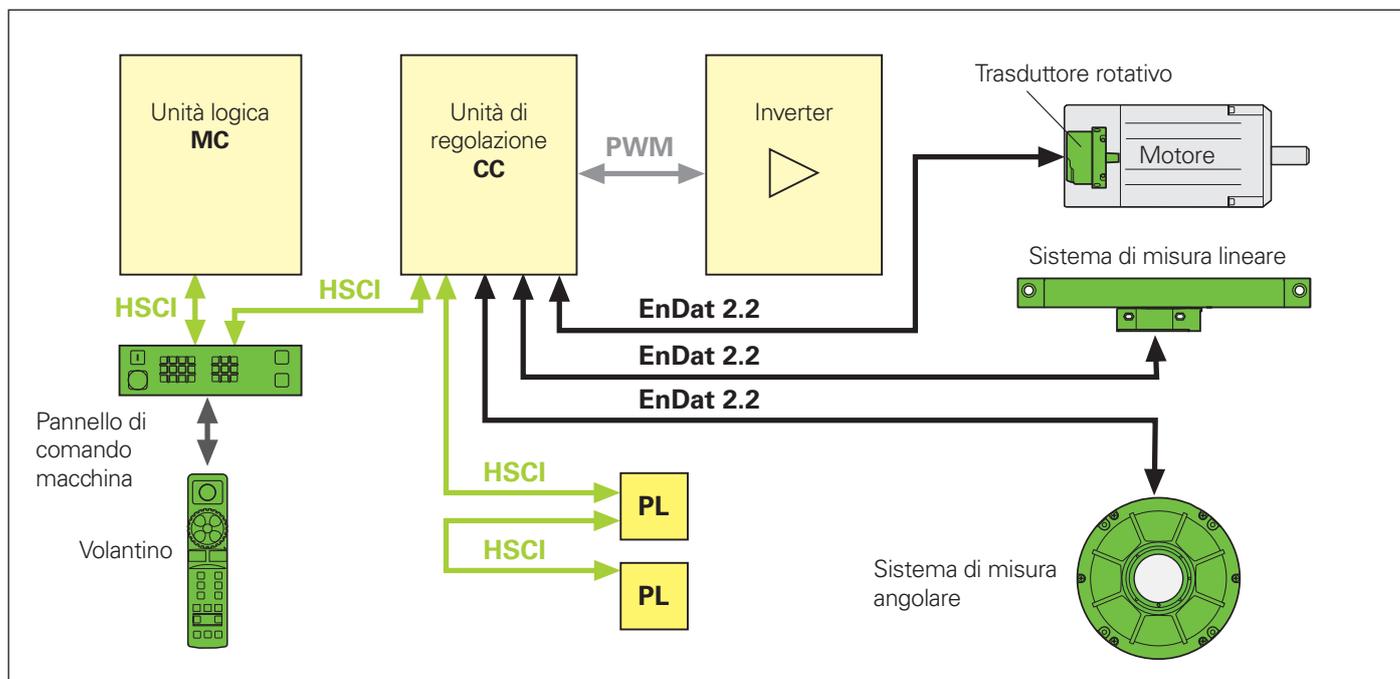
La precisione del profilo lavorato è predefinita dall'operatore, indipendentemente dal programma NC. Basta immettere nel controllo numerico tramite parametro gli scostamenti massimi ammessi dal profilo ideale e il TNC 640 adegua automaticamente la lavorazione al campo di tolleranza selezionato, evitando così errori e danni al pezzo.

### Elevata affidabilità

Nella concezione di controllo universale e digitale del TNC 640, tutti i componenti sono collegati tra loro mediante interfacce puramente digitali: i componenti del controllo tramite HSCI (HEIDENHAIN Serial Controller Interface), il protocollo in tempo reale HEIDENHAIN per Fast Ethernet, e i sistemi di misura tramite EnDat 2.2, l'interfaccia bidirezionale di HEIDENHAIN.

Si garantisce così l'elevata affidabilità dell'intero sistema grazie anche alla possibilità di diagnosi e all'insensibilità ai disturbi, dall'unità logica fino al sistema di misura.

La soluzione uniformemente digitale offerta da HEIDENHAIN assicura massima precisione e qualità superficiale anche ad alte velocità di lavorazione, sia per la fresatura sia per la tornitura.



# Lavorazioni a cinque assi

## – Controllo di testa orientabile e tavola rotante

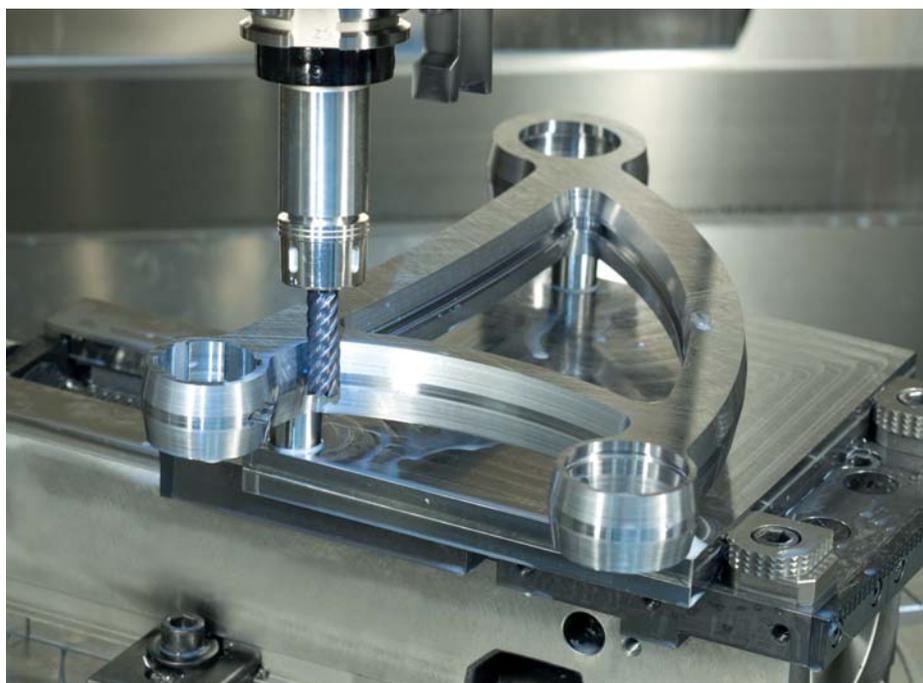
Molte lavorazioni a cinque assi a prima vista estremamente complesse possono essere ridotte a normali movimenti 2D che vengono ruotati intorno a uno o più assi rotativi oppure vengono eseguiti su una superficie cilindrica. Per poter creare ed editare con rapidità e semplicità anche tali programmi senza sistema CAD/CAM, il TNC supporta l'operatore con funzioni di pratico impiego.

### **Rotazione del piano di lavoro\* (opzione 8)**

I programmi per profili e fori su superfici inclinate sono per lo più molto complessi e richiedono numerose operazioni di calcolo e programmazione. Il TNC 640 supporta l'operatore consentendo di ridurre notevolmente i tempi di programmazione. La lavorazione si programma come di consueto nel piano principale, ad esempio X/Y, mentre la macchina esegue la lavorazione in un piano ruotato intorno a uno o più assi rotativi rispetto al piano principale.

La funzione PLANE consente di definire con semplicità il piano di lavoro ruotato in sette modi diversi, in funzione delle indicazioni riportate sul disegno del pezzo. Chiare maschere di guida supportano l'operatore nell'immissione dei dati.

Anche la modalità di posizionamento in fase di orientamento può essere definita con la funzione PLANE, affinché non si presentino sorprese durante l'esecuzione del programma. Le impostazioni per la modalità di posizionamento sono identiche per tutte le funzioni PLANE facilitando così la gestione.



## – Percorso utensile ottimale

### **Lavorazioni a cinque assi (opzione 9)**

Per la lavorazione a cinque assi su macchine con tre assi lineari e due assi supplementari rotativi\*, l'utensile è sempre perpendicolare alla superficie del pezzo da lavorare o inclinato di un determinato angolo rispetto alla superficie (lavorazione a fresa inclinata). Per la creazione del programma NC il sistema CAD in uso deve calcolare soltanto i punti sulla superficie del pezzo e l'angolo di rotazione degli assi orientabili. Il TNC 640 esegue automaticamente le correzioni della geometria della macchina\*, della lunghezza utensile e la correzione del raggio utensile 3D. Il TNC 640 calcola inoltre l'avanzamento in modo tale che rimanga costante sulla punta dell'utensile.

### **Avanzamento con tavole rotanti in mm/min\* (opzione 8)**

L'avanzamento degli assi rotativi viene di norma programmato in gradi/min. Il TNC 640 può tuttavia interpretare tale avanzamento in mm/min. L'avanzamento di traiettoria lungo il profilo è pertanto indipendente dalla distanza tra il centro dell'utensile e il centro dell'asse rotativo.

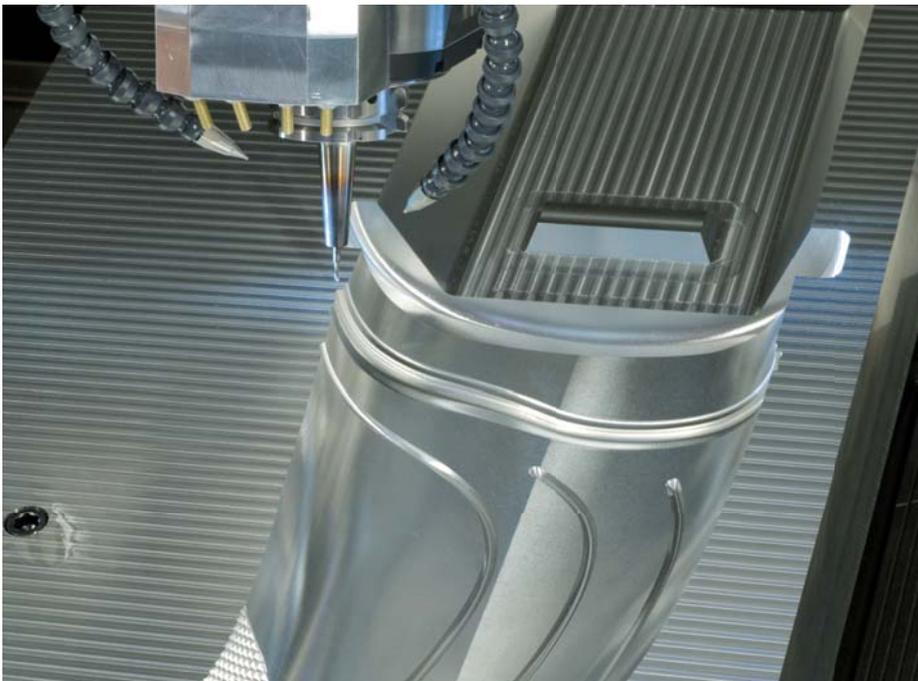
### **Lavorazione su superficie cilindrica\* (opzione 8)**

La programmazione di profili, composti da rette e cerchi, su superfici cilindriche con tavole rotanti non è un problema per il TNC 640: basta programmare il profilo nel piano, sullo sviluppo della superficie cilindrica. Il TNC 640 esegue tuttavia la lavorazione sulla superficie perimetrale del cilindro.

Il controllo numerico TNC 640 dispone di tre cicli per la lavorazione su superficie cilindrica:

- fresatura scanalatura (la larghezza della scanalatura corrisponde al diametro dell'utensile),
- fresatura scanalatura di guida (la larghezza della scanalatura è maggiore del diametro dell'utensile),
- fresatura gradino.

\* Questa funzione richiede un adattamento della macchina da parte del costruttore.



# Minimizzazione dei tempi di attrezzaggio

## – Semplicità di attrezzaggio

Prima di procedere con la lavorazione è necessario serrare il pezzo e allineare alla macchina, determinare la posizione del pezzo sulla macchina e definire l'origine. Una procedura complessa ma inaffidabile, perché ogni scostamento influisce direttamente sulla precisione di lavorazione. Proprio per serie piccole e medie ma anche per pezzi di grandi dimensioni i tempi di attrezzaggio rivestono un ruolo particolarmente importante.

Il TNC 640 dispone di funzioni di attrezzaggio orientate alla pratica che supportano l'operatore, contribuiscono a ridurre i tempi passivi e consentono la produzione senza presidio. In combinazione ai **sistemi di tastatura**, il controllo numerico TNC 640 offre numerosi cicli per l'allineamento automatico dei pezzi, la selezione dell'origine nonché la misurazione del pezzo e dell'utensile.

### Traslazione precisa degli assi

Per l'attrezzaggio gli assi della macchina devono essere traslati in modo manuale o incrementale tramite i tasti di movimento assi. Questa operazione risulta tuttavia certamente più semplice e sicura utilizzando i volantini elettronici HEIDENHAIN (vedere pagina 35). Soprattutto con i volantini portatili è possibile trovarsi sempre nel punto giusto, avere l'intero processo di attrezzaggio sotto controllo e gestire con precisione l'avanzamento.

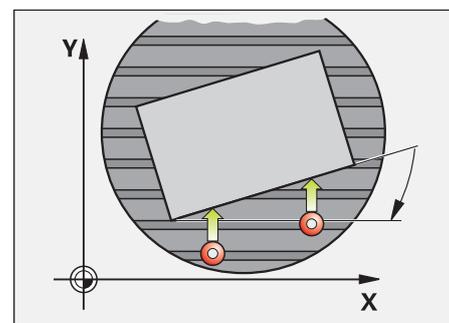
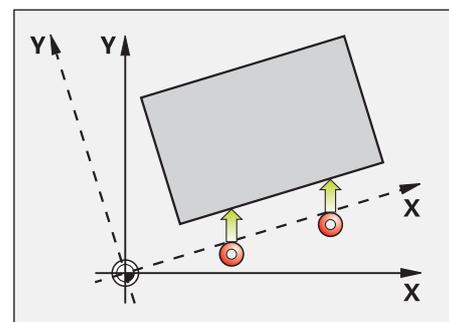
### Allineamento dei pezzi

Con i sistemi di tastatura HEIDENHAIN (vedere pagina 32) e le funzioni di tastatura del TNC 640 è possibile ridurre i tempi necessari per l'allineamento del pezzo.

- Serrare il pezzo in una posizione qualsiasi.
- Il tastatore rileva l'effettiva posizione di serraggio tramite tastatura di una superficie.
- Il TNC 640 compensa la posizione inclinata con una "rotazione base", ossia il programma di lavorazione viene eseguito ruotato dell'angolo definito.

### Compensazione della posizione inclinata

mediante rotazione base del sistema di coordinate oppure mediante rotazione della tavola rotante



### Definizione origine

Tramite l'origine è possibile assegnare ad una posizione qualsiasi del pezzo un valore definito visualizzato sul TNC. Il rapido e sicuro rilevamento dell'origine riduce i tempi passivi incrementando la precisione della lavorazione.

Il TNC 640 dispone di cicli di tastatura per la definizione automatica di origini. Le origini rilevate possono essere memorizzate a scelta

- nella tabella Preset,
- nella tabella origini,
- mediante impostazione diretta della visualizzazione.

### Tabella Preset: la gestione origini centrale del TNC

La tabella Preset consente di lavorare con flessibilità, ridurre i tempi di attrezzaggio e incrementare la produttività. In altre parole, semplifica notevolmente l'attrezzaggio della macchina in uso.

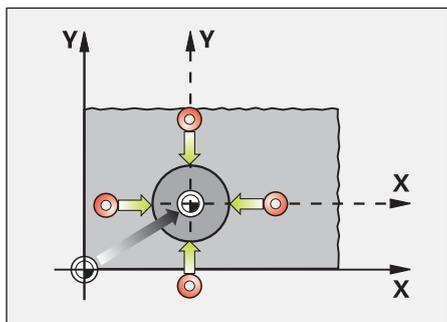
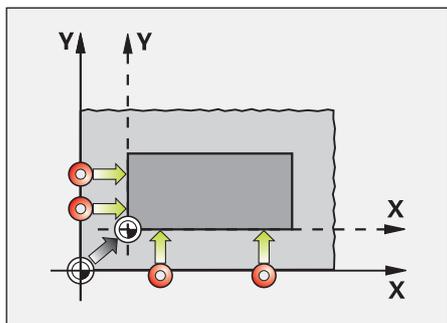
Nella tabella Preset è possibile memorizzare un **numero infinito di origini** e abbinare ad ogni origine una rotazione base specifica.

Le origini possono essere rapidamente salvate nella tabella Preset

- mediante softkey in modalità Funzionamento manuale,
- tramite i tasti funzione o
- con i cicli di tastatura automatici.

### Definizione origine

ad esempio nello spigolo o al centro di un'isola circolare



Funzionamento manuale

Editing tabella

NO	DOC	X	Y	Z	SPC
0		0	0	0	0
1	WP-1	-122.498	-355.443	-374.871	0
2	WP-2	-286.332	-355.365	-374.843	0
3	WP-3	-360.221	-355.405	-374.892	0
4		0	0	0	0
5	CENTER	-234.445	-304.002	0	0
6		0	0	0	0
7		0	0	0	0
8		0	0	0	0
9		0	0	0	0

DOC: Text width 16 TNC:\table\preset.pr

X	-87.280	A	+0.000
Y	+125.072	C	+0.000
Z	-10.000		

Modo: NOMIN | WP-1 | T 5 | S 2000 | F 0mm/min | Ovr 100% | M 5/9

MODIFICA PRESET | CONVERS. BASE OFFSET | ATTIVA PRESET | FINE

# Lavorazioni automatizzate

## – Misurazione, gestione e comunicazione

I requisiti della macchina classica per la costruzione di utensili e stampi nonché dei centri di lavoro diventano sempre più severi. In particolare il TNC 640 è naturalmente in grado di controllare processi di produzione automatizzati. Dispone inoltre della necessaria funzionalità per avviare sempre la giusta lavorazione anche in caso di produzioni concatenate con pezzi singoli in qualsiasi serraggio.

### **Verifica della lavorazione completa e della precisione dimensionale dei pezzi**

Il TNC 640 dispone di moltissimi cicli di misura che consentono di verificare la geometria dei pezzi lavorati. Nel mandrino viene a tale scopo inserito un sistema di tastatura HEIDENHAIN (vedere pagina 32) invece dell'utensile:

- rilevamento del pezzo e richiamo del relativo programma di lavorazione,
- verifica della corretta esecuzione delle lavorazioni,
- definizione delle passate per la lavorazione di finitura,
- rilevamento dell'usura utensile e relativa compensazione,
- verifica della geometria del pezzo e controllo tolleranze,
- stesura dei protocolli di misura,
- rilevamento dell'andamento della macchina.

### **Misurazione dell'utensile per fresare e correzione automatica dei dati**

In combinazione al sistema di tastatura per la misurazione di utensili TT 140 (vedere pagina 33), il TNC 640 offre la possibilità di misurare in automatico gli utensili per fresare sulla macchina. I valori determinati di lunghezza e raggio utensile vengono salvati dal TNC 640 nella memoria centrale. Controllando l'utensile durante la lavorazione è possibile rilevare direttamente e con rapidità l'usura e l'eventuale rottura, evitando scarti o ripassature. Se gli errori rilevati non rientrano nelle tolleranze predefinite oppure se è stata superata la durata operativa monitorata dell'utensile, il TNC 640 blocca l'utensile e lo sostituisce automaticamente con un utensile gemello.



### Gestione utensili

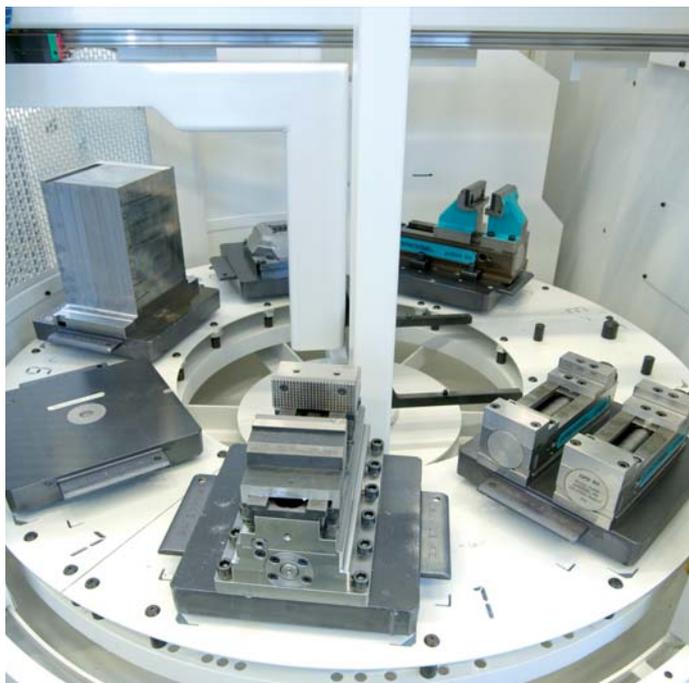
Per centri di lavoro con cambio utensile automatico, il TNC 640 offre una memoria centrale per un numero illimitato di utensili per fresare e tornire. La memoria utensili può essere configurata per rispondere in modo ottimale alle esigenze di impiego specifiche. Persino la gestione dei nomi utensile può essere affidata al TNC 640. E già durante la lavorazione viene preparato il cambio utensile successivo, riducendo così notevolmente il tempo macchina "da truciolo a truciolo".

La gestione utensili estesa, disponibile come opzione, consente di rappresentare graficamente anche dati qualsiasi.\*

\* Questa funzione richiede un adattamento della macchina da parte del costruttore.

### Gestione pallet

Il TNC 640 può assegnare il programma di lavorazione idoneo e il corrispondente punto zero a pezzi differenti, collocati su pallet che vengono posizionati sulla macchina in un ordine a piacere. Se un pallet viene inserito per la lavorazione, il TNC 640 richiama in automatico il rispettivo programma. È così possibile eseguire la lavorazione automatica di pezzi differenti in qualsiasi sequenza.



# Programmazione, editing e test

– Possibilità infinite

L'universalità di impiego del TNC 640 si conferma anche nella straordinaria flessibilità di comando e programmazione.

## Introduzione manuale dati

Anche senza creare un programma di lavorazione completo, con il TNC 640 è possibile avviare la produzione: basta lavorare il pezzo passo dopo passo con inserimento manuale dei dati e posizionamento automatico in qualsiasi sequenza

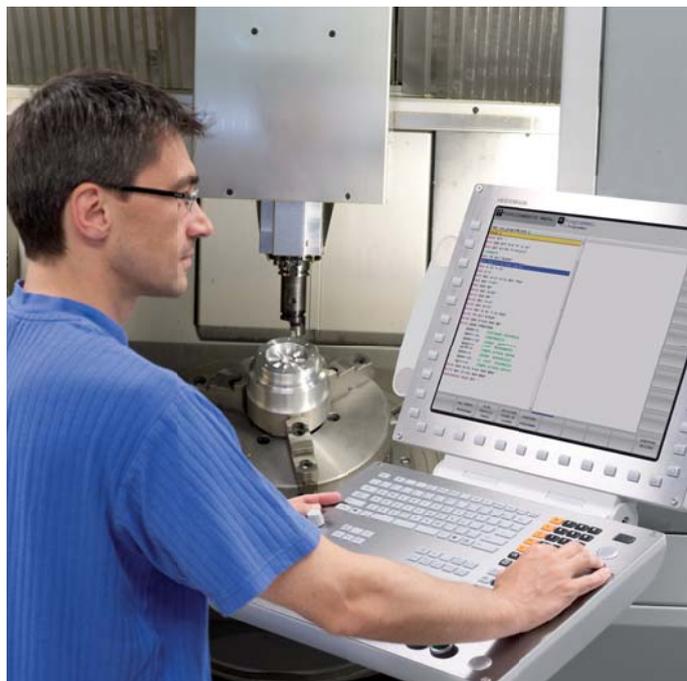
## Programmazione sulla macchina

I controlli numerici HEIDENHAIN sono ideati per l'impiego in officina, ossia sono concepiti per la programmazione direttamente sulla macchina. Per la programmazione a dialogo con testo in chiaro non è necessario conoscere alcun codice G. Per la programmazione di rette, archi e cicli sono disponibili invece tasti o softkey specifici, che alla semplice pressione consentono di aprire il dialogo con testo in chiaro HEIDENHAIN supportando subito attivamente l'operatore nelle diverse operazioni. Con chiare istruzioni vengono poi richieste tutte le necessarie informazioni.

Sia per indicazioni con testo in chiaro, guida a dialogo, fasi del programma o softkey, tutti i testi sono disponibili in numerose lingue.

## Creazione esterna di programmi

Il controllo numerico TNC 640 è ben equipaggiato anche per la programmazione esterna. Le interfacce di cui è dotato consentono di integrarlo nelle reti e quindi collegarlo con stazioni di programmazione o altri sistemi di archiviazione dei dati. Il TNC 640 è in grado di eseguire anche programmi creati in DIN/ISO.



# – Supporto grafico in qualsiasi situazione

## Programmazione grafica

Maggiore sicurezza di programmazione è garantita dalla grafica bidimensionale: il TNC 640 rappresenta simultaneamente sullo schermo ogni movimento di traslazione programmato.

## Prova grafica

Per verificare il programma prima di procedere con la lavorazione, il TNC 640 è in grado di simulare graficamente la lavorazione del pezzo, rappresentandola in diversi modi:

- vista dall'alto con differenti livelli di profondità,
- tre proiezioni (come nel disegno del pezzo),
- visualizzazione 3D.

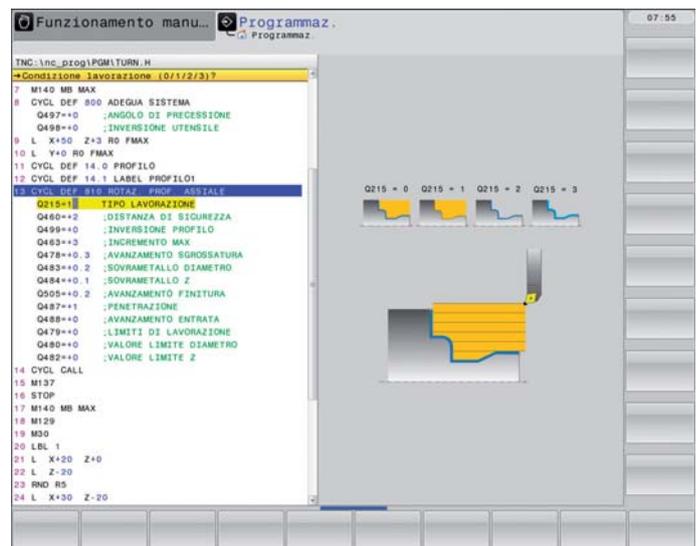
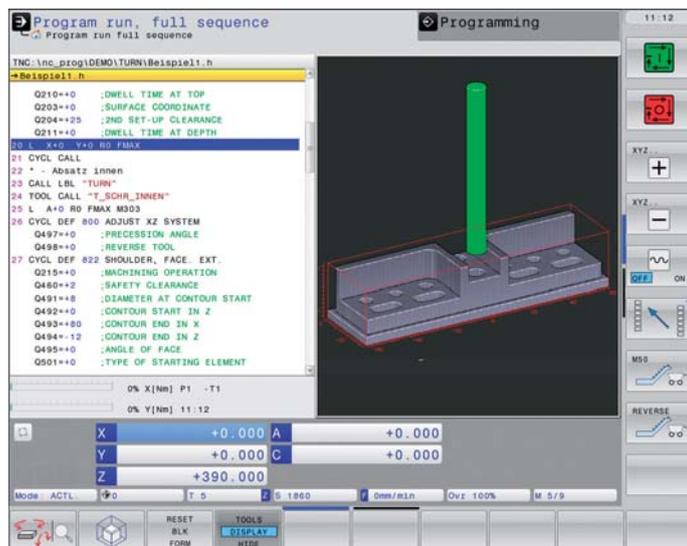
È anche possibile ingrandire i dettagli. Il TNC 640 indica inoltre il tempo di lavorazione calcolato in ore, minuti e secondi.

## Esecuzione grafica

Nel TNC 640 programmazione e prova grafiche sono attive anche durante la lavorazione del pezzo, rappresentando graficamente persino la fresatura in corso. Durante la programmazione è così possibile, semplicemente premendo un tasto, dare ogni tanto "un'occhiata" alla lavorazione di fresatura in corso, avviando all'osservazione diretta spesso resa impossibile dal flusso del refrigerante e dalla cabina di protezione.

## Maschere di guida

Nella programmazione dei cicli a dialogo con testo in chiaro il TNC visualizza una maschera di guida specifica per ogni parametro, offrendo una chiara panoramica del funzionamento e rendendo più immediata la programmazione. Anche per la programmazione della funzione PLANE e degli elementi del profilo specifici di tornitura il TNC 640 assiste l'operatore con l'affidabile grafica di guida.



# Programmazione in officina

## –Tasti funzione univoci per profili complessi

### Programmazione di profili 2D

I profili 2D sono per così dire il “pane quotidiano” del lavoro in officina. E in proposito il TNC 640 offre molteplici possibilità. E, indipendentemente che si stia programmando un profilo di fresatura o di tornitura, si utilizzano sempre gli stessi strumenti. In altre parole, non è richiesto alcun cambiamento metodologico, basta programmare come di consueto.

### Programmazione con tasti funzione

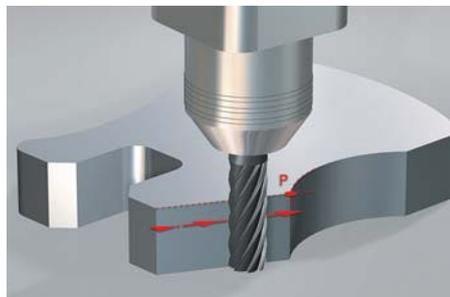
Se i profili sono quotati a norma NC, ossia i punti finali degli elementi del profilo sono forniti in coordinate cartesiane o polari, è possibile creare il programma NC direttamente tramite tasti funzione.

### Rette ed elementi circolari

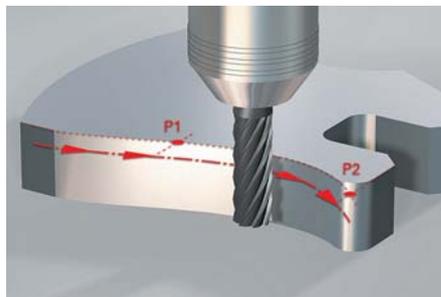
Per programmare ad esempio una retta, basta premere il tasto per il movimento lineare. Tutte le necessarie informazioni per un blocco di programmazione completo, quali coordinate di destinazione, velocità di avanzamento, correzione utensile e funzioni macchina, vengono richieste dal TNC 640 con dialogo testo in chiaro. I relativi tasti funzione per movimenti circolari, smussi e arrotondamenti semplificano la procedura di programmazione. Per evitare rigature in fase di avvicinamento o allontanamento dal profilo, è necessario raggiungere il profilo dolcemente, ossia con movimento tangenziale.

Basta definire il punto iniziale o finale del profilo e il raggio di avvicinamento e allontanamento dell'utensile, e al resto pensa il controllo numerico.

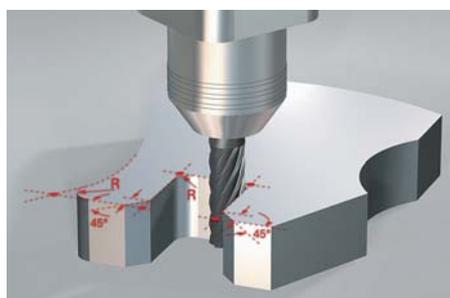
Il TNC 640 è in grado di precalcolare un profilo con correzione del raggio fino a 99 blocchi avanti, considerare sottosquadri ed evitare di danneggiare il profilo, se si utilizza ad esempio un utensile di grandi dimensioni per sgrossare un profilo.



Retta: immissione del punto finale



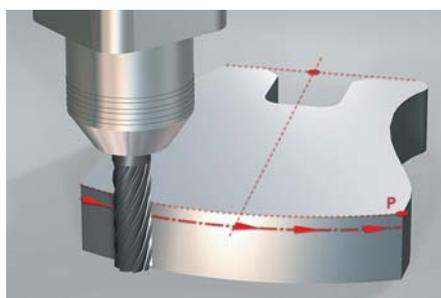
Traiettoria circolare con raccordo continuo (tangenziale) al precedente elemento del profilo, definita da punto finale



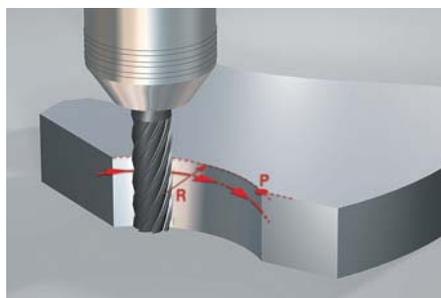
Arrotondamento di spigoli: traiettoria circolare con raccordo bilaterale continuo (tangenziale), definito da raggio e spigolo



Smusso: indicazione di spigolo e lunghezza smusso



Traiettoria circolare, definita da centro, punto finale e senso di rotazione



Traiettoria circolare, definita da raggio, punto finale e senso di rotazione

# – Programmazione libera dei profili

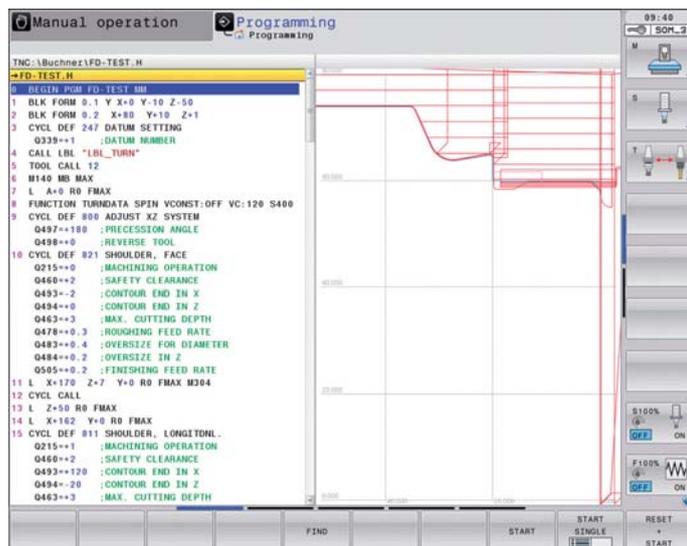
## Programmazione libera dei profili FK

Non sempre però il pezzo è quotato a norma DIN. In tali casi, grazie alla "programmazione libera dei profili" (FK) basta digitare i dati noti senza dover eseguire alcun calcolo o conversione. I singoli elementi del profilo possono così risultare indefiniti finché il profilo globale si determina da solo. Se i dati immessi determinano diverse soluzioni matematiche possibili, queste vengono rappresentate con l'ausilio della pratica programmazione grafica del TNC 640 per consentire all'operatore di scegliere quella più idonea.

## Elementi del profilo specifici di tornitura (opzione)

Per poter definire gole e scarichi in modalità di tornitura, il TNC 640 mette a disposizione elementi speciali del profilo. Gole assiali e radiali possono essere definite con la funzione GRV (dall'inglese groove = gola). Parametri specifici permettono di definire con guida a dialogo e grafica di supporto la gola desiderata.

Gli scarichi possono essere definiti con la funzione UDC (dall'inglese undercut = scarico), che dispone delle forme E, F, H, K e U nonché di scarichi per filetti.



# Programmazione in officina

– Cicli orientati alla pratica per lavorazioni ripetitive

## Ampi cicli di lavorazione per fresare e forare

Le lavorazioni ripetitive di uso frequente, che comprendono diverse fasi di lavoro, sono memorizzate sotto forma di cicli nel TNC 640. La programmazione si esegue con guida a dialogo tramite grafica di supporto che rappresenta chiaramente i parametri immessi.

### Cicli standard

Oltre ai cicli di lavorazione per foratura e maschiatura (con o senza compensatore), sono disponibili a richiesta altri cicli per filettatura, alesatura e barenatura nonché per maschere di fori, cicli di fresatura per spianatura di superfici piane, per sgrossatura e rifinitura di scanalature, tasche e matrici.

### Cicli per profili complessi

Particolarmente utili per la lavorazione di tasche con un profilo qualsiasi sono i cosiddetti **cicli SL** (SL = Subcontour List). Tale termine contraddistingue i cicli di lavorazione per preforatura, sgrossatura e finitura in cui il profilo o parti di esso sono definiti in sottoprogrammi. La descrizione profilo viene così adottata per diverse operazioni di lavorazione che impiegano utensili differenti.

Per la lavorazione è possibile sovrapporre fino a dodici **profili parziali**; il controllo numerico calcola automaticamente il profilo risultante e i percorsi dell'utensile per la sgrossatura o lo svuotamento di superfici. I profili parziali possono essere rappresentati da tasche o isole. Diverse superfici di tasche vengono riunite in un'unica tasca e le superfici di isole vengono contornate.

Per la sgrossatura il TNC 640 tiene conto del **sovrametallo di finitura** sulle superfici laterali e sul fondo. Per la **sgrossatura** con diversi utensili, il controllo numerico riconosce le superfici non lavorate così da poterle ripassare in modo mirato con utensili più piccoli asportando il materiale residuo. Per la finitura a misura si impiega un ciclo specifico.



### Programmazione semplice e flessibile di sagome di lavorazione

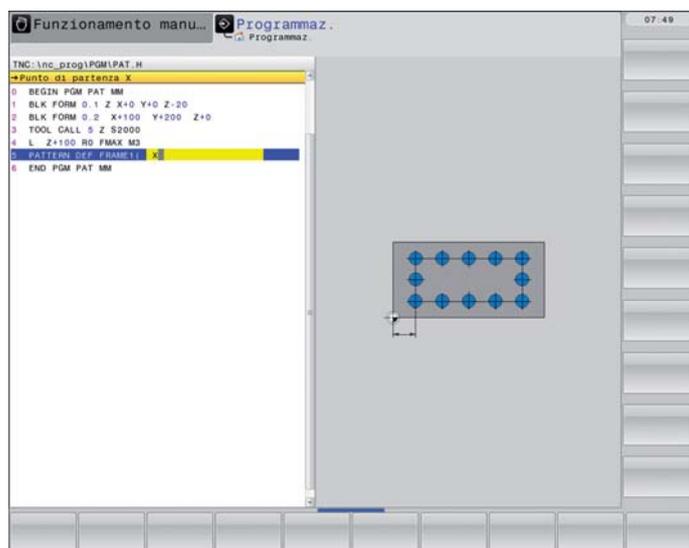
Le posizioni di lavorazione sono spesso disposte sotto forma di sagome sul pezzo. Il TNC 640 permette di programmare le sagome di lavorazione più diverse con massima semplicità e flessibilità, e naturalmente con supporto grafico. In questo modo è possibile definire un numero qualsiasi di sagome con differenti quantità di punti.

### Lavorazione 3D con programmazione parametrica

Le geometrie 3D semplici e matematicamente facili da descrivere possono essere programmate utilizzando le funzioni parametriche. Sono disponibili i calcoli aritmetici fondamentali, funzioni trigonometriche, radice quadrata, elevazione a potenza e funzioni logaritmiche nonché espressioni e confronti con istruzioni di salto condizionato. La programmazione parametrica consente di creare in modo semplice anche lavorazioni 3D per le quali non è disponibile alcun ciclo standard. Naturalmente la programmazione parametrica è indicata anche per **profili 2D**, che non possono essere descritti con rette o cerchi ma tramite funzioni matematiche.

### Cicli del costruttore

I costruttori di macchine possono fornire il proprio know-how di produzione specifico, definendo cicli di lavorazione personalizzati che vengono memorizzati nel TNC 640. Ma anche l'utilizzatore finale ha la possibilità di programmare propri cicli. HEIDENHAIN supporta graficamente la programmazione di questi cicli con il software per PC CycleDesign, consentendo di configurare i parametri di immissione e la struttura dei softkey del TNC 640 secondo le esigenze dell'operatore.



# Programmazione in officina

## – Cicli di tornitura orientati alla pratica (opzione)

Anche per quanto riguarda i cicli di tornitura, il TNC 640 offre un ampio pacchetto tecnologicamente avanzato, conforme alle consolidate e affermate funzioni chiave dei controlli numerici HEIDENHAIN per torni. L'interfaccia utente riprende tuttavia per aspetto e funzionalità il consueto e comprovato dialogo con testo in chiaro. I parametri ciclo, impiegati sia per la fresatura sia per la tornitura, presentano naturalmente lo stesso numero. Anche per la tornitura, l'immissione del programma è assistita dalla grafica di supporto nel modo consueto.

### Lavorazione di profili semplici

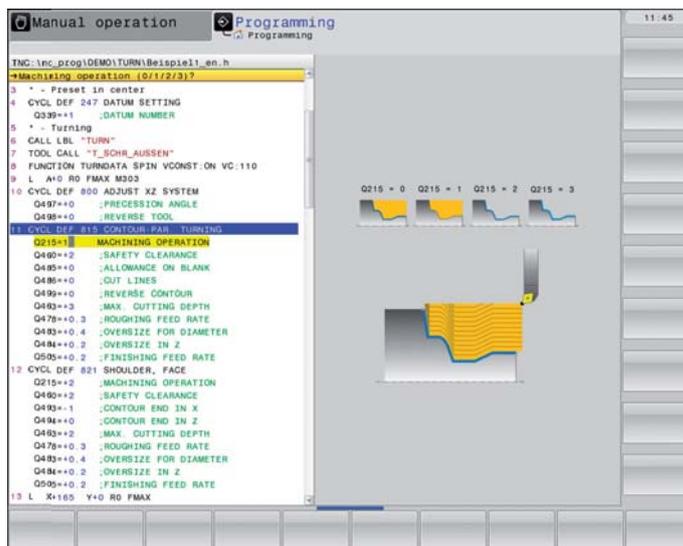
Per la lavorazione di profili semplici in direzione assiale e radiale sono disponibili diversi cicli. L'area da lavorare può anche digradare richiedendo eventualmente così la penetrazione nel materiale. Il TNC 640 considera in tal caso l'angolo di inclinazione dell'utensile per tornire.

### Lavorazione di profili qualsiasi

Se i profili da lavorare diventano più complessi e non possono essere più definiti con i parametri ciclo semplici, è possibile descriverli con i sottoprogrammi del profilo. La procedura è esattamente identica all'uso dei cicli SL per la fresatura: con il ciclo 14 si definisce il sottoprogramma in cui è descritto il profilo finito e nel relativo ciclo di tornitura si definiscono i parametri tecnologici.

Anche per la descrizione del profilo si impiegano le stesse funzioni di dialogo con testo in chiaro della definizione di un profilo di fresatura, compresa anche la programmazione libera del profilo FK. Sono inoltre disponibili gli elementi del profilo specifici per la tornitura quali Gola e Scarico, che si possono inserire come smussi e raccordi tra gli elementi del profilo. Oltre alle gole radiali e assiali, sono disponibili scarichi delle forme E, F, H, K, U e scarichi per filetti.

A seconda del ciclo utilizzato il TNC 640 esegue la lavorazione parallela all'asse o al profilo. La tipologia della lavorazione (sgrossatura, finitura) o il sovrametallo si definiscono con guida a dialogo mediante i relativi parametri.



### Lavorazioni di troncatura

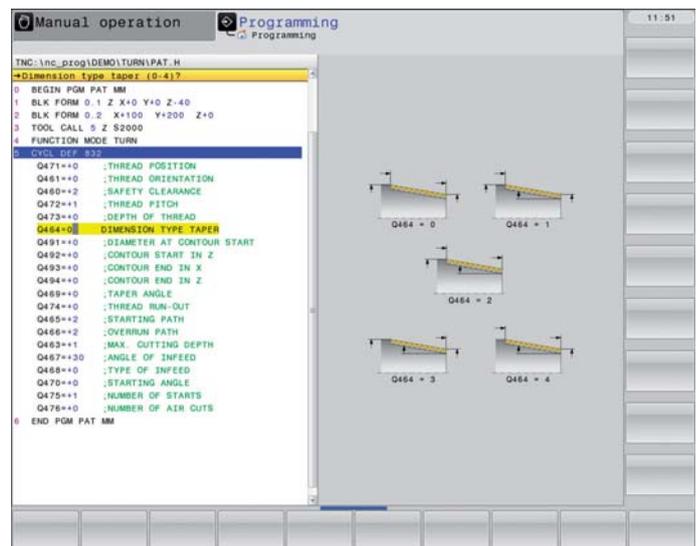
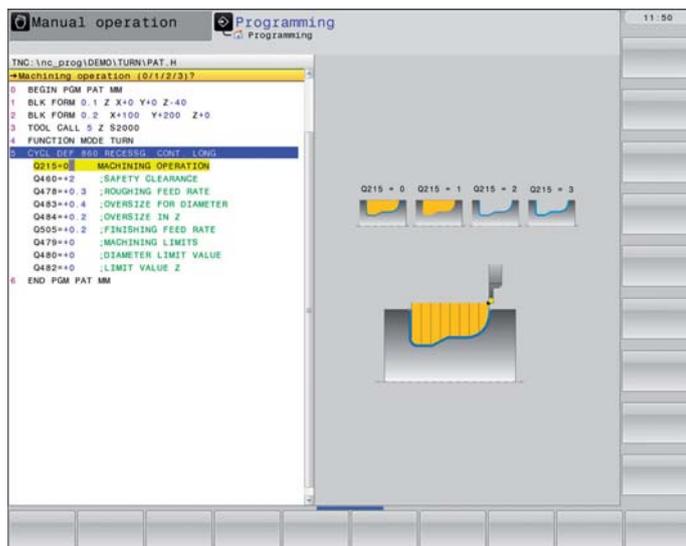
Anche a tale proposito il TNC 640 dispone di sufficiente flessibilità e funzionalità. Semplici operazioni di troncatura in direzione assiale e radiale sono possibili come la troncatura del profilo, per la quale il ciclo viene eseguito lungo un profilo qualsiasi. Il TNC considera anche in questo caso le condizioni quadro tecnologiche (larghezza del troncatore impostata nella tabella utensili) ed esegue le lavorazioni con rapidità e sicurezza.

### Lavorazione di filettatura

Nell'ambito della filettatura sono disponibili cicli semplici ed estesi per la lavorazione assiale e radiale di filetti cilindrici o conici. Con i parametri ciclo si definisce il modo in cui il filetto viene realizzato, permettendo così la lavorazione dei materiali più diversi.

### Orientamento dell'utensile per tornire

Su centri di fresatura-tornitura può essere necessario avvicinare l'utensile in tornitura o modificare il lato dal quale deve essere eseguita la lavorazione. Il TNC dispone di un ciclo semplice per applicazioni di questo tipo. Da un utensile per tornire esterno è possibile ricavare un utensile per tornire interno senza dover adattare la lunghezza del tagliente e/o l'angolo di orientamento nella tabella utensili.



# Programmazione in officina

## – Riutilizzo degli elementi programmati del profilo

### Conversione di coordinate

Nel caso in cui sia necessario impiegare in punti diversi del pezzo un profilo già programmato ma di posizione o grandezza modificata, il TNC 640 offre una soluzione semplice: la conversione delle coordinate. In funzione della lavorazione è possibile ad esempio **ruotare** il sistema di coordinate (Fresare), **lavorare in speculare** (Fresare) o **spostare il punto zero** (Fresare e Tornire). Applicando il **fattore di scala** (Fresare) i profili vengono ingranditi o ridotti, tenendo anche conto di ritiri o di sovrametalli.

### Sottoprogrammi e ripetizioni di blocchi di programma

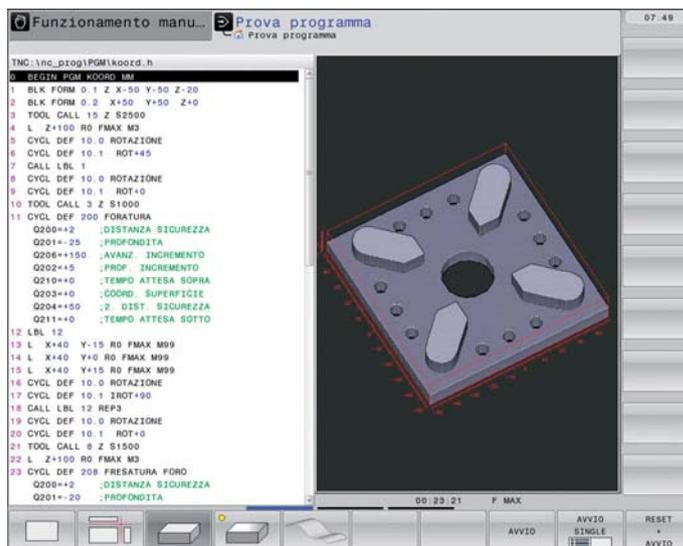
Molte delle lavorazioni si ripetono sullo stesso pezzo o su pezzi diversi. Un dettaglio già programmato non necessita di essere impostato di nuovo: il TNC consente all'operatore di risparmiare molto tempo di programmazione grazie alla tecnica dei sottoprogrammi.

Per la **ripetizione di blocchi di programma** basta contrassegnare una parte del programma e il TNC la esegue in successione il numero di volte desiderato.

Una sezione del programma che si ripete in diversi punti del programma può essere contrassegnata come **sottoprogramma** e richiamata in qualsiasi punto e il numero di volte desiderato.

Con la funzione **Chiamata programma** è possibile utilizzare anche un programma completamente diverso in un punto qualsiasi del programma attuale. Si impiegano così con massima praticità operazioni o profili già programmati per utilizzarli il numero di volte necessario.

Queste tecniche di programmazione possono naturalmente essere combinate a piacere.





# Apertura alle informazioni esterne

– Rapida trasmissione dei dati

## Il TNC 640 collegato in rete

Il TNC 640 può essere integrato in reti e quindi collegato a PC, stazioni di programmazione e altre memorie dati. Oltre all'interfaccia dati V.24/RS-232-C, il TNC 640 è dotato, già nella versione base, di un'interfaccia dati Fast Ethernet dell'ultima generazione. Il TNC 640 comunica con i server NFS e le reti Windows senza alcun software supplementare utilizzando il protocollo-TCP/IP. La velocità di trasmissione dei dati raggiunge i 100 Mbit/s garantendo brevissimi tempi di trasferimento.

I programmi trasmessi vengono salvati nella memoria interna del TNC 640 e da qui eseguiti ad elevata velocità.

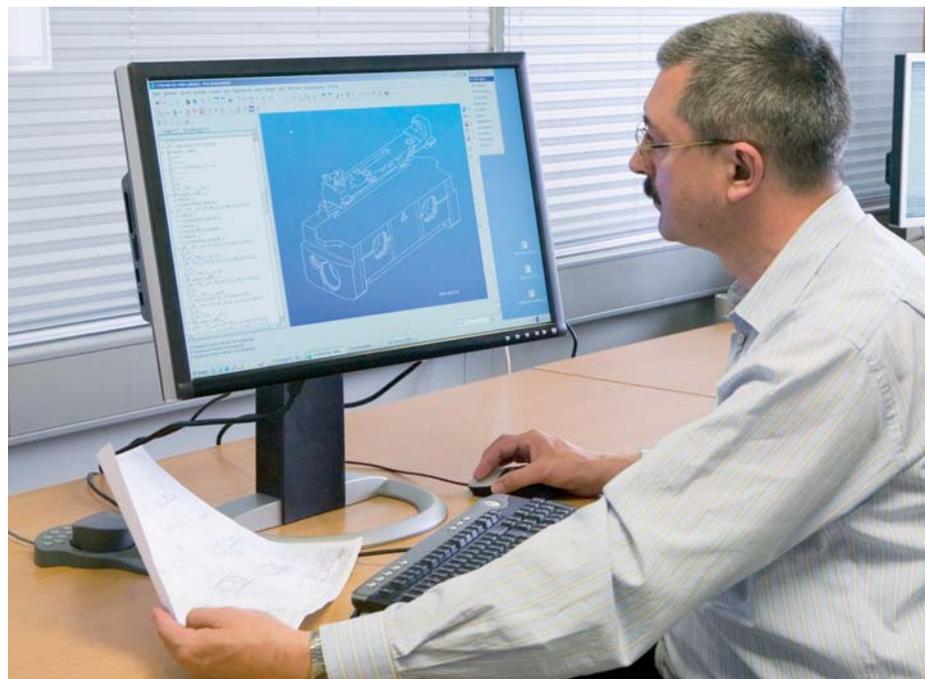
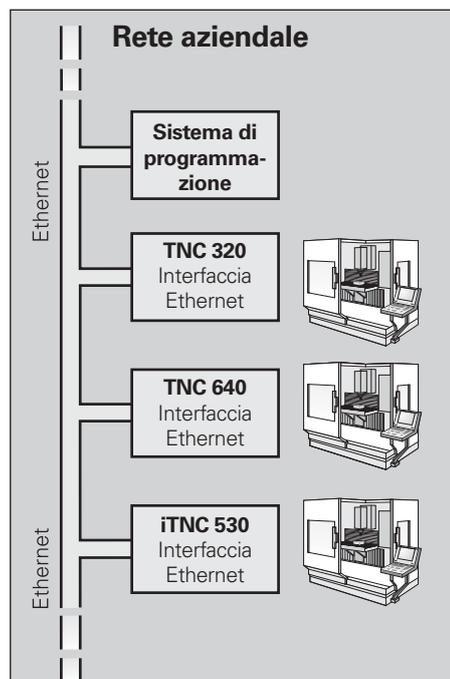
Per la semplice gestione dei programmi sul controllo numerico, si consiglia di archiviare i singoli file in diverse cartelle (directory). La relativa cartella può essere annidata a sua volta in sottocartelle (sottodirectory).

## Programmi per la trasmissione dati

Impiegando il software gratuito per PC HEIDENHAIN **TNCremo** è possibile, sempre tramite Ethernet,

- trasferire programmi di lavorazione, tabelle di utensili e pallet memorizzati esternamente,
- avviare la macchina.

Con il potente software per PC **TNCremoPlus** è possibile trasferire su PC, tramite la funzione LiveScreen, anche le videate del controllo numerico.



## – Stazione di programmazione TNC 640

### **Perché una stazione di programmazione?**

I programmi del pezzo possono essere naturalmente creati anche con il TNC 640 sulla macchina, persino durante la lavorazione di un altro pezzo. L'impiego della macchina o brevi tempi di riserraggio possono tuttavia non consentire di programmare in loco con la massima concentrazione. La stazione di programmazione TNC 640 offre la possibilità di programmare proprio come sulla macchina, ma lontani dai rumori dell'officina.

### **Creazione di programmi**

Le operazioni di creazione, test e ottimizzazione dei programmi in testo chiaro HEIDENHAIN o DIN/ISO su una stazione di programmazione riducono i tempi di inattività della macchina. Non occorre inoltre ricordare la disposizione dei singoli tasti, in quanto la tastiera della stazione di programmazione è configurata come quella della macchina.

### **Prova di programmi creati esternamente**

Naturalmente è anche possibile testare programmi creati su un sistema CAD/CAM. La grafica impiegata per la prova supporta l'operatore con diverse rappresentazioni consentendogli di identificare con sicurezza danni al profilo e dettagli nascosti.

### **Formazione con la stazione di programmazione**

La stazione di programmazione TNC 640 dispone del medesimo software del TNC 640 ed è quindi ottimale per corsi di formazione e perfezionamento. La programmazione viene eseguita sulla tastiera originale e anche la prova dei programmi presenta la stessa procedura eseguita in macchina, offrendo così massima sicurezza per il successivo impiego pratico del controllo numerico.

Anche per i corsi di programmazione TNC destinati alle scuole la stazione di

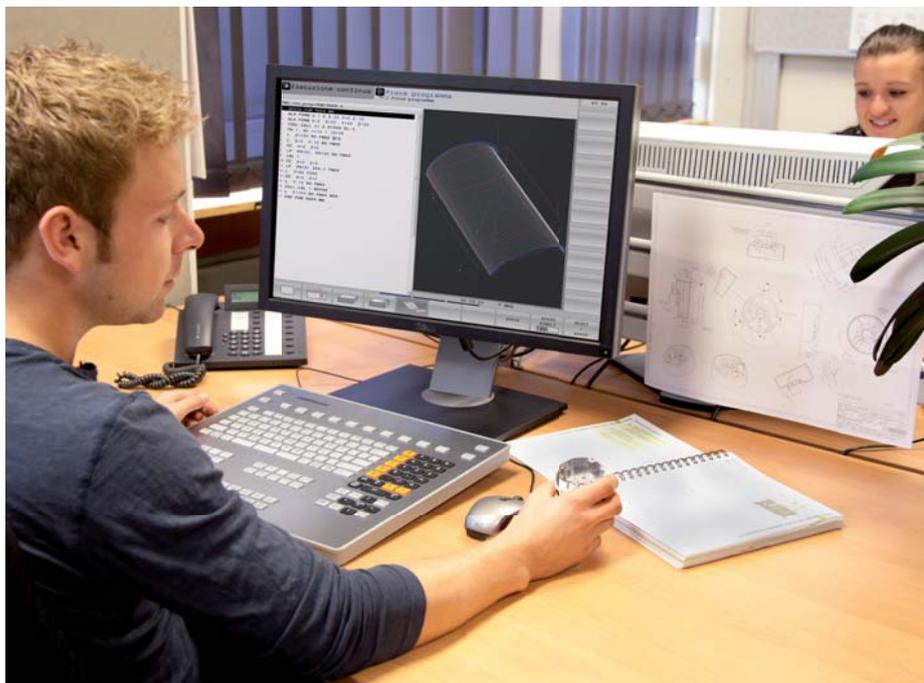
programmazione TNC 640 rappresenta sicuramente lo strumento ideale, in quanto consente di programmare in testo in chiaro o a norma DIN/ISO.

### **La postazione di lavoro**

Il software della stazione di programmazione gira su PC. Lo schermo del PC visualizza l'interfaccia del TNC come sul controllo numerico e offre il consueto supporto grafico. Per l'uso della stazione di programmazione sono diverse le possibilità, a seconda della versione.

La **versione demo** gratuita comprende tutte le funzioni del TNC 640 e consente il salvataggio di brevi programmi, con programmazione dalla tastiera del PC. Per la versione con **tastiera TNC** i programmi si creano come di consueto su una tastiera con gli stessi tasti funzione del controllo numerico sulla macchina. Dispone inoltre di una tastiera per PC per la programmazione DIN/ISO, i nomi dei file e i commenti.

Si può tuttavia lavorare anche senza pannello di comando TNC: per l'uso della stazione di programmazione viene visualizzata sullo schermo del PC una **tastiera virtuale**, dotata dei principali tasti di apertura dialogo del TNC 640.



# Misurazione di pezzi

– Attrezzaggio, selezione origine e misurazione con sistemi di tastatura digitali

I sistemi di tastatura pezzo di HEIDENHAIN contribuiscono a ridurre i costi in officina e per le produzioni in serie: le funzioni di allineamento, misurazione e controllo sono automatizzate in combinazione ai cicli di tastatura del TNC 640.

Lo stilo del sistema di tastatura digitale TS viene deflesso al raggiungimento della superficie del pezzo, generando un segnale di commutazione che, a seconda del tipo, viene trasmesso al controllo numerico tramite cavo o con trasmissione a infrarossi.

I sistemi di tastatura\* vengono montati direttamente nel portautensili. A seconda del tipo di macchina i tastatori possono essere dotati di diversi coni di serraggio. Gli stili di tastatura, con sfere in rubino, sono disponibili in diversi diametri e lunghezze.

\* I sistemi di tastatura devono essere adattati al TNC 640 dal costruttore della macchina.

Sistemi di tastatura con **trasmissione del segnale via cavo** per macchine con cambio utensili manuale:

**TS 220** – versione TTL

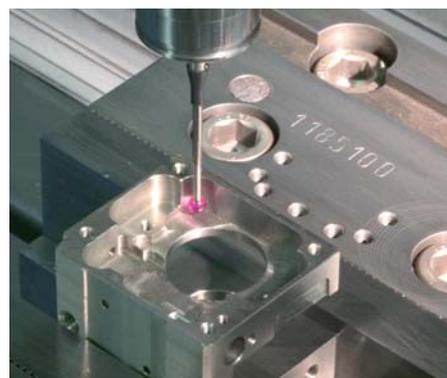
Sistemi di tastatura con **trasmissione del segnale a infrarossi** per macchine con cambio utensili automatico:

**TS 440** – dimensioni compatte

**TS 444** – dimensioni compatte, senza batterie – alimentazione di tensione tramite generatore con turbina ad aria integrato attraverso l'alimentazione centralizzata di aria compressa

**TS 640** – sistema di tastatura standard con infrarossi ad ampia portata

**TS 740** – elevata precisione e ripetibilità, ridotte forze di tastatura



Ulteriori informazioni sui sistemi di tastatura pezzo sono disponibili in Internet all'indirizzo [www.heidenhain.it](http://www.heidenhain.it) oppure nel catalogo o sul CD *Sistemi di tastatura*.

## Misurazione di utensili per fresare

– Rilevamento di lunghezza, raggio e usura direttamente sulla macchina

Determinante per una qualità di produzione costantemente elevata è naturalmente l'utensile. È pertanto indispensabile rilevare esternamente le dimensioni dell'utensile e controllarne regolarmente l'usura, la rottura e la forma dei singoli taglienti. Per la misurazione di utensili HEIDENHAIN offre il sistema di tastatura digitale **TT 140\***, che viene montato direttamente nell'area di lavoro della macchina e consente di misurare gli utensili prima di procedere alla lavorazione o durante eventuali pause.

Il sistema di tastatura utensile TT 140 rileva la lunghezza e il raggio dell'utensile per fresare. Per la tastatura dell'utensile rotante o fermo, ad esempio per la misurazione di singoli taglienti, il disco viene deflesso e viene inviato un segnale di commutazione al TNC 640.

\* Il sistema di tastatura deve essere adattato al TNC 640 dal costruttore della macchina.



TT 140

Ulteriori informazioni sui sistemi di tastatura utensile sono disponibili in Internet all'indirizzo [www.heidenhain.it](http://www.heidenhain.it) oppure nel catalogo o sul CD *Sistemi di tastatura*.

# Controllo e ottimizzazione della precisione della macchina

## – Misurazione di assi rotativi con opzione KinematicsOpt

I requisiti di precisione, in particolare per la lavorazione a 5 assi, sono sempre più severi. Componenti complessi devono pertanto poter essere prodotti con esattezza e con precisione riproducibile anche per lunghi periodi di tempo.

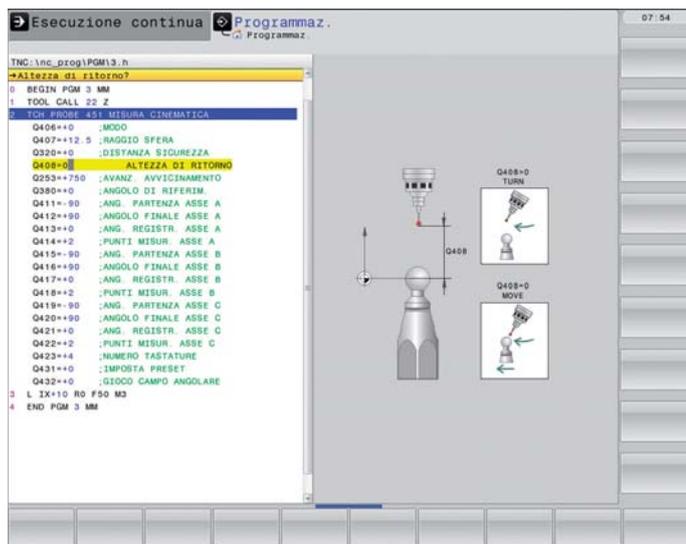
La funzione TNC **KinematicsOpt** è un modulo importante che contribuisce a implementare anche nella realtà questi requisiti elevati: con sistema di tastatura HEIDENHAIN montato, un ciclo misura in modo completamente automatico gli assi rotativi della macchina. Per la misurazione è irrilevante se l'asse rotativo è rappresentato da una tavola rotante o inclinata oppure da una testa orientabile.

Per la misurazione degli assi rotativi una sfera di calibrazione è fissata in un punto qualsiasi sulla tavola della macchina e misurata con il sistema di tastatura HEIDENHAIN. Prima si imposta la risoluzione della misurazione e si definisce separatamente per ogni asse rotativo l'area che si desidera misurare.

Sulla base dei valori misurati il TNC determina la precisione statica di rotazione. Il software minimizza così gli errori spaziali generati dai movimenti di rotazione e alla fine del processo di misura memorizza automaticamente la geometria della macchina nelle relative costanti macchina della tabella cinematica.

Naturalmente è anche disponibile un file dettagliato di protocollo in cui, oltre ai valori misurati, sono memorizzati anche la dispersione rilevata e ottimizzata (quota della precisione statica di orientamento) nonché gli effettivi valori di correzione.

Per sfruttare in modo ottimale la funzione KinematicsOpt, è richiesta una sfera di calibrazione particolarmente rigida. Si riducono in questo modo le flessioni che si formano a causa delle forze di tastatura. HEIDENHAIN offre pertanto sfere di calibrazione i cui supporti presentano elevata rigidità e sono disponibili in diverse lunghezze.



# Posizionamento con il volantino elettronico

## – Spostamento preciso degli assi

Per il piazzamento del pezzo gli assi possono essere traslati in manuale tramite i tasti di movimento assi. Ma questa operazione risulta sicuramente più semplice e precisa utilizzando i volantini elettronici HEIDENHAIN.

I volantini spostano le slitte assiali tramite l'azionamento di avanzamento in conformità al senso di rotazione del volantino. Per garantire una traslazione particolarmente precisa è possibile impostare gradualmente il percorso ad ogni giro del volantino.

### Volantini da incasso HR 130 e HR 150

I volantini da incasso HEIDENHAIN possono essere integrati nella pulsantiera della macchina o montati in un altro punto della stessa. Utilizzando un adattatore è possibile collegare fino a tre volantini elettronici da incasso HR 150.

### Volantino portatile HR 410

Il volantino portatile HR 410 è particolarmente indicato quando è necessario avvicinarsi alla zona di lavoro della macchina. I tasti di movimento degli assi e determinati tasti funzione sono integrati nello chassis: ovunque ci si trovi è possibile predisporre la macchina o variare in ogni momento gli assi da traslare.

In particolare sono disponibili le funzioni elencate di seguito.

- Tasti per la direzione di spostamento
- Tre tasti per avanzamenti predefiniti per lo spostamento in continuo
- Tasto di conferma della posizione reale
- Tre tasti per funzioni macchina definite dal costruttore della macchina
- Tasti di consenso
- Tasto di arresto d'emergenza



HR 410



# Table riassuntive

## – Funzioni utente

Funzioni utente	Standard	Opzione	
<b>Breve descrizione</b>	•	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ versione base: 3 assi più mandrino</li> <li>○ 4° asse NC più asse ausiliario</li> <li>○ oppure</li> </ul>	} nel complesso 14 assi NC aggiuntivi o 13 assi NC aggiuntivi più 2° mandrino
	•	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ regolazione digitale di corrente e velocità</li> </ul>	
<b>Programmazione</b>	•		testo in chiaro HEIDENHAIN
	•		DIN/ISO
<b>Dati di posizione</b>	•		posizioni nominali per rette e cerchi in coordinate cartesiane o polari
	•		quote assolute o incrementali
	•		visualizzazione e immissione in mm o in pollici (inch)
<b>Correzioni utensile</b>	•		raggio utensile nel piano di lavoro e lunghezza utensile
	•		calcolo preventivo del profilo con correzione raggio fino a 99 blocchi (M120)
	•	9	correzione raggio utensile tridimensionale per successiva modifica di dati utensile, senza dover eseguire nuovi calcoli per il programma
<b>Tabelle utensili</b>	•		più tabelle utensili con un numero qualsiasi di utensili
<b>Velocità traiettoria costante</b>	•		riferita alla traiettoria del centro dell'utensile
	•		riferita al tagliente dell'utensile
<b>Funzionamento parallelo</b>	•		creazione del programma con supporto grafico durante l'esecuzione di un altro programma
<b>Lavorazione 3D</b>	•		movimento particolarmente uniforme
	•	9	correzione utensile 3D mediante vettore normale alla superficie
	•	9	utensile perpendicolare al profilo
	•	9	correzione raggio utensile perpendicolare alla direzione utensile
<b>Lavorazione su tavola rotante</b>		8	programmazione di profili sullo sviluppo di un cilindro
		8	avanzamento in mm/min
<b>Elementi del profilo</b>	•		retta
	•		smusso
	•		traiettoria circolare
	•		centro cerchio
	•		traiettoria circolare con indicazione del raggio
	•		traiettoria circolare con raccordo tangenziale
	•		arrotondamento di spigoli
		50	gola
		50	scarico
<b>Avvicinamento e distacco dal profilo</b>	•		su retta: tangenziale o perpendicolare
	•		su cerchio

Funzioni utente	Standard	Opzione	
<b>Programmazione libera dei profili FK</b>	•		programmazione libera dei profili FK in testo in chiaro HEIDENHAIN con supporto grafico per pezzi non quotati a norma NC
<b>Salti di programma</b>	• • •		sottoprogrammi ripetizioni di blocchi di programma programma qualsiasi come sottoprogramma
<b>Cicli di lavorazione</b>	• • 50 50 • 50 • • • • • • • •		foratura, maschiatura con e senza compensatore utensile, tasca rettangolare e circolare foratura profonda, alesatura, barenatura, allargatura (centrata) cicli multipassata assiali e radiali, paralleli all'asse o al profilo troncatura-tornitura radiale/assiale fresatura di filettature interne ed esterne tornitura di filettature interne ed esterne spianatura di superfici piane e inclinate lavorazione completa di scanalature lineari e circolari lavorazione completa di tasche rettangolari e circolari sagome di punti su cerchio e linee profilo sagomato, tasca di profilo, anche parallela al profilo Possibilità di integrazione di cicli del costruttore (cicli speciali creati dal costruttore della macchina)
<b>Conversioni di coordinate</b>	•	8	spostamento, rotazione, specularità, fattore di scala (riferito ai singoli assi) rotazione del piano di lavoro, funzioni PLANE
<b>Parametri Q</b> Programmazione con variabili	• • • • • •		funzioni matematiche =, +, -, *, /, sin $\alpha$ , cos $\alpha$ , tan $\alpha$ , arcus sin, arcus cos, arcus tan, $a^n$ , $e^n$ , ln, log, $\sqrt{a}$ , $\sqrt{a^2 + b^2}$ operazioni logiche (=, /, <, >) espressioni valore assoluto, costante $\pi$ , negazione, estrazioni di decimali o interi funzioni per calcolo cerchio funzioni per elaborazione di testi
<b>Ausili di programmazione</b>	• • • • • •		Calcolatrice lista completa di tutti i messaggi di errore verificatisi funzione di guida contestuale per messaggi di errore TNCguide: help system integrato. Informazioni utente direttamente disponibili sul TNC 640 supporto grafico per la programmazione di cicli blocchi di commento e organizzazione nel programma NC
<b>Teach In</b>	•		conferma diretta delle posizioni reali nel programma NC
<b>Prova grafica</b> Modalità di rappresentazione	• • •		simulazione grafica della lavorazione di fresatura, anche durante l'esecuzione di un altro programma vista dall'alto / rappresentazione su 3 piani / rappresentazione 3D, anche con piano di lavoro ruotato / grafica a linee 3D ingrandimento di dettagli
<b>Programmazione grafica</b>	•		visualizzazione contemporanea dei blocchi NC in modalità "Memorizzazione programma" (grafica a 2D a linee), anche durante l'esecuzione di un altro programma
<b>Grafica di lavorazione</b> Modalità di rappresentazione	• •		rappresentazione grafica del programma di fresatura eseguito vista dall'alto / rappresentazione su 3 piani / rappresentazione 3D

# Tablelle riassuntive

## – Funzioni utente (continua)

Funzioni utente	Standard	Opzione	
<b>Tempi di lavorazione</b>	•	•	calcolo dei tempi di lavorazione in modalità "Prova programma" visualizzazione dei tempi di lavorazione effettivi in modalità di esecuzione programma
<b>Riposizionamento sul profilo</b>	•	•	lettura blocchi fino a un qualsiasi blocco del programma e raggiungimento della posizione nominale calcolata per proseguire la lavorazione interruzione del programma, allontanamento dal profilo e riposizionamento
<b>Tablelle Preset</b>	•		una tabella Preset per memorizzare un numero qualsiasi di origini
<b>Tablelle origini</b>	•		diverse tablelle per la memorizzazione delle origini pezzo
<b>Tablelle pallet</b>	•		tablelle pallet (con numero a piacere di voci per la selezione di pallet, programmi NC e origini) con possibilità di esecuzione orientata al pezzo
<b>Cicli di tastatura</b>	•	•	calibrazione del sistema di tastatura compensazione manuale o automatica della posizione inclinata del pezzo definizione origine manuale o automatica misurazione automatica di pezzi e utensili
<b>Assi secondari paralleli</b>	•	•	compensazione movimento dell'asse secondario U, V, W tramite asse principale X, Y, Z visualizzazione dei movimenti di traslazione degli assi paralleli nell'indicazione di posizione del relativo asse principale (visualizzazione somma) definizione di assi principali e secondari nel programma NC per l'esecuzione su macchine con diversa configurazione
<b>Lingue di dialogo</b>	•	41	inglese, tedesco, ceco, francese, italiano, spagnolo, portoghese, svedese, danese, finlandese, olandese, polacco, ungherese, russo (cirillico), cinese (tradizionale, semplificato) altre lingue di dialogo vedere <i>Opzioni</i>

## – Opzioni

Numero opzione	Opzione	Da versione software NC 34059x-	ID	Descrizione
0 1 2 3 4 5 6 7	Asse supplementare	01	354540-01 353904-01 353905-01 367867-01 367868-01 370291-01 370292-01 370293-01	Circuiti di regolazione supplementari da 1 a 8
8	Opzione software 1	01	617920-01	<b>Lavorazione su tavola rotante</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>programmazione di profili sullo sviluppo di un cilindro</li> <li>avanzamento in mm/min</li> </ul> <b>Interpolazione:</b> circolare in 3 assi con piano di lavoro ruotato <b>Conversione delle coordinate:</b> rotazione del piano di lavoro, funzione PLANE
9	Opzione software 2	01	617921-01	<b>Interpolazione:</b> lineare in 5 assi <b>Lavorazione 3D</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>correzione utensile 3D mediante vettore normale alla superficie</li> <li>utensile perpendicolare al profilo</li> <li>correzione raggio utensile perpendicolare alla direzione utensile</li> </ul>
18	HEIDENHAIN DNC	01	526451-01	Comunicazione con applicazioni PC esterne tramite componenti COM
23	Passo di visualizzazione	01	632986-01	<b>Passo di visualizzazione</b> fino a 0,01 µm o 0,00001°
24	Assi Gantry	01	634621-01	Sistema di assi Gantry tramite regolazione coppia master-slave
41	Lingua supplementare	01	530184-01 -02 -03 -04 -06 -07 -08 -09 -10	<ul style="list-style-type: none"> <li>sloveno</li> <li>slovacco</li> <li>lettone</li> <li>norvegese</li> <li>coreano</li> <li>estone</li> <li>turco</li> <li>rumeno</li> <li>lituano</li> </ul>
46	Processo OEM Python	01	579650-01	Applicazioni Python su TNC
48	KinematicsOpt	01	630916-01	Cicli di tastatura per misurazione automatica di assi rotativi
50	Turning	01	634608-01	Funzioni di tornitura: <ul style="list-style-type: none"> <li>Gestione utensili per tornitura</li> <li>Compensazione del raggio del tagliente</li> <li>Commutazione Fresare / Tornire</li> <li>Elementi del profilo specifici di tornitura</li> <li>Pacchetto di cicli di tornitura</li> </ul>
77	4 assi supplementari	01	634613-01	4 circuiti di regolazione supplementari
78	8 assi supplementari	01	634614-01	8 circuiti di regolazione supplementari
93	Extended Tool Management	01	679938-01	Gestione utensile estesa
133	Remote Desk. Manager	01	894423-01	Visualizzazione e comando a distanza di calcolatori esterni (ad esempio PC con Windows)

## – Accessori

Accessori	
<b>Volantini elettronici</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• un volantino portatile <b>HR 410</b></li><li>• un volantino da incasso <b>HR 130</b></li><li>• fino a tre volantini da incasso <b>HR 150</b> tramite apposito adattatore HRA 110</li></ul>
<b>Misurazione di pezzi</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>TS 220</b>: sistema di tastatura digitale con collegamento via cavo</li><li>• <b>TS 440</b>: sistema di tastatura digitale con trasmissione a infrarossi</li><li>• <b>TS 444</b>: sistema di tastatura digitale con trasmissione a infrarossi</li><li>• <b>TS 640</b>: sistema di tastatura digitale con trasmissione a infrarossi</li><li>• <b>TS 740</b>: sistema di tastatura digitale con trasmissione a infrarossi</li></ul>
<b>Misurazione di utensili</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>TT 140</b>: sistema di tastatura digitale</li></ul>
<b>Stazione di programmazione TNC 640</b>	software di controllo per PC per programmazione, archiviazione e formazione <ul style="list-style-type: none"><li>• versione completa con pannello di comando del controllo numerico</li><li>• versione completa con utilizzo tramite tastiera virtuale</li><li>• versione demo (utilizzo tramite tastiera di PC, fornita a titolo gratuito)</li></ul>
<b>Software per PC</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>TeleService</b>: software per diagnosi, monitoraggio e comando a distanza</li><li>• <b>TNCdiag</b>: software per la diagnosi rapida e semplice di errori</li><li>• <b>CycleDesign</b>: software per la creazione di una struttura a cicli personalizzata</li><li>• <b>TNCremo</b>: software per la trasmissione dati, fornito a titolo gratuito</li><li>• <b>TNCremoPlus</b>: software per la trasmissione dati con funzione LiveScreen</li></ul>



## – Dati tecnici

Dati tecnici	Standard	Opzione	
<b>Componenti</b>	•		unità logica MC 62xx o MC 63xx
	•		unità di regolazione CC 61xx o UEC 11x
	•		pannello di comando TE 745 o TE 740
	•		schermo piatto a colori TFT con softkey BF 760 da 19"
<b>Sistema operativo</b>	•		sistema operativo in tempo reale HEROS 5 per il controllo macchina
<b>Memoria</b>	•		memoria RAM: MC 62xx: 1 GByte
	•		MC 63xx: 2 GByte
			disco fisso con memoria programmi di almeno 21 GByte
<b>Risoluzione e passo di visualizzazione</b>	•		assi lineari: fino a 0,1 µm
	•		assi angolari: fino a 0,0001°
		23	assi lineari: fino a 0,01 µm
		23	assi angolari: fino a 0,00001°
<b>Campo di immissione</b>	•		max 99999,999 mm (3.937 pollici) o 99999,999°
<b>Interpolazione</b>	•		lineare in 4 assi
	•	9	lineare in 5 assi (versione soggetta a licenza Export)
	•		circolare in 2 assi
	•	8	circolare in 3 assi con piano di lavoro ruotato
	•		elicoidale: sovrapposizione di traiettoria circolare e lineare
<b>Tempo esecuzione blocco</b>	•		0.5 ms (retta 3D senza correzione raggio)
<b>Regolazione degli assi</b>	•		risoluzione di posizione: periodo del segnale dell'encoder di posizione/1 024
	•		tempo ciclo regolatore di posizione: 200 µs (100 µs con opzione 49)
	•		tempo ciclo regolatore di velocità: 200 µs (100 µs con opzione 49)
	•		tempo ciclo regolatore di corrente: min. 100 µs (min. 50 µs con opzione 49)
<b>Percorso di traslazione</b>	•		max 100 m (3937 pollici)
<b>Velocità mandrino</b>	•		max 60000 giri/min (con 2 coppie di poli)
<b>Compensazione errori</b>	•		errori assiali lineari e non lineari, giochi, errori di inversione per movimenti circolari, dilatazione termica
	•		attrito statico, attrito radente
<b>Interfacce dati</b>	•		V.24 / RS-232-C max 115 kbit/s ciascuna
	•		interfaccia dati estesa con protocollo LSV2 per funzionamento esterno del TNC tramite l'interfaccia dati con software HEIDENHAIN TNCremo o TNCremoPlus
	•		2 x interfaccia Fast-Ethernet 100BaseT
	•		2 x USB (1 x lato frontale; 1 x MC)
		18	HEIDENHAIN DNC per la comunicazione tra un'applicazione Windows e il TNC (interfaccia DCOM)
<b>Diagnosi</b>	•		ricerca errori rapida e semplice con ausili diagnostici integrati
<b>Temperatura ambiente</b>	•		lavoro: da 5 °C a 40 °C
	•		immagazzinaggio: da -20 °C a +60 °C

## – Controlli numerici a confronto

Controlli numerici a confronto	TNC 620	TNC 640	iTNC 530
<b>Campo di impiego</b>	<b>Fresatura standard</b>	<b>Fresatura/tornitura High-End</b>	<b>Fresatura High-End</b>
• centri di lavoro semplici (fino a 5 assi + mandrino)	●	●	●
• macchine utensili/centri di lavoro (fino a 18 assi + 2 mandrini)	–	● (inizialmente in misura limitata)	●
• lavorazioni di fresatura/tornitura (fino a 18 assi + 2 mandrini)	–	●	–
<b>Programmazione</b>			
• nel dialogo con testo in chiaro HEIDENHAIN	●	●	●
• a norma DIN/ISO	●	●	●
• con smarT.NC	★	★	●
• convertitore DXF	★	★	opzione
• programmazione libera dei profili FK	opzione	●	●
• cicli di fresatura e foratura estesi	opzione	●	●
• cicli di tornitura	–	opzione	–
<b>Memoria programmi NC</b>	300 MByte	> 21 GByte	> 21 GByte
<b>Lavorazione a 5 assi e ad alta velocità</b>	opzione (in misura limitata)	opzione	opzione
<b>Tempo esecuzione blocco</b>	1.5 ms	0,5 ms	0,5 ms
<b>Risoluzione e passo di visualizzazione</b> (standard/opzione)	0,1 µm/0,01 µm	0,1 µm/0,01 µm	0,1 µm/–
<b>Nuovo design per schermo e tastiera</b> (dal 2012)	schermo da 15"	schermo da 19"	schermo da 15"/19"
<b>Interfaccia utente ottimizzata</b>	–	●	–
<b>Controllo adattativo dell'avanzamento AFC</b>	–	★	opzione
<b>Controllo anticollisione dinamico DCM</b>	–	★	opzione
<b>Impostazioni globali del programma GS</b>	–	★	opzione
<b>KinematicsOpt</b>	opzione	opzione	opzione
<b>Cicli di tastatura</b>	opzione	●	●
<b>Gestione pallet</b>	opzione	●	●
<b>Volantini con display</b>	★	★	●



TNC 620



TNC 640



iTNC 530

- funzione disponibile
- ★ funzione in realizzazione
- particolarità TNC 640



# 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

Vollständige und weitere Adressen siehe [www.heidenhain.de](http://www.heidenhain.de)  
For complete and further addresses see [www.heidenhain.de](http://www.heidenhain.de)

<b>DE</b>	<b>HEIDENHAIN Vertrieb Deutschland</b> 83301 Traunreut, Deutschland ☎ 08669 31-3132 FAX 08669 32-3132 E-Mail: hd@heidenhain.de	<b>DK</b>	<b>TPTEKNIK A/S</b> 2670 Greve, Denmark www.tp-gruppen.dk	<b>NO</b>	<b>HEIDENHAIN Scandinavia AB</b> 7300 Orkanger, Norway www.heidenhain.no
	<b>HEIDENHAIN Technisches Büro Nord</b> 12681 Berlin, Deutschland ☎ 030 54705-240	<b>ES</b>	<b>FARRESA ELECTRONICA S.A.</b> 08028 Barcelona, Spain www.farresa.es	<b>PH</b>	<b>Machinebanks Corporation</b> Quezon City, Philippines 1113 E-mail: info@machinebanks.com
	<b>HEIDENHAIN Technisches Büro Mitte</b> 08468 Heinsdorfergrund, Deutschland ☎ 03765 69544	<b>FI</b>	<b>HEIDENHAIN Scandinavia AB</b> 02770 Espoo, Finland www.heidenhain.fi	<b>PL</b>	<b>APS</b> 02-489 Warszawa, Poland www.apserwis.com.pl
	<b>HEIDENHAIN Technisches Büro West</b> 44379 Dortmund, Deutschland ☎ 0231 618083-0	<b>FR</b>	<b>HEIDENHAIN FRANCE sarl</b> 92310 Sèvres, France www.heidenhain.fr	<b>PT</b>	<b>FARRESA ELECTRÓNICA, LDA.</b> 4470 - 177 Maia, Portugal www.farresa.pt
	<b>HEIDENHAIN Technisches Büro Südwest</b> 70771 Leinfelden-Echterdingen, Deutschland ☎ 0711 993395-0	<b>GB</b>	<b>HEIDENHAIN (G.B.) Limited</b> Burgess Hill RH15 9RD, United Kingdom www.heidenhain.co.uk	<b>RO</b>	<b>HEIDENHAIN Reprezentantă Romania</b> Braşov, 500338, Romania www.heidenhain.ro
	<b>HEIDENHAIN Technisches Büro Südost</b> 83301 Traunreut, Deutschland ☎ 08669 31-1345	<b>GR</b>	<b>MB Milionis Vassilis</b> 17341 Athens, Greece www.heidenhain.gr	<b>RS</b>	Serbia → <b>BG</b>
		<b>HK</b>	<b>HEIDENHAIN LTD</b> Kowloon, Hong Kong E-mail: sales@heidenhain.com.hk	<b>RU</b>	<b>OOO HEIDENHAIN</b> 125315 Moscow, Russia www.heidenhain.ru
<b>AR</b>	<b>NAKASE SRL.</b> B1653AOX Villa Ballester, Argentina www.heidenhain.com.ar	<b>HR</b>	Croatia → <b>SL</b>	<b>SE</b>	<b>HEIDENHAIN Scandinavia AB</b> 12739 Skärholmen, Sweden www.heidenhain.se
<b>AT</b>	<b>HEIDENHAIN Techn. Büro Österreich</b> 83301 Traunreut, Germany www.heidenhain.de	<b>HU</b>	<b>HEIDENHAIN Kereskedelmi Képviselet</b> 1239 Budapest, Hungary www.heidenhain.hu	<b>SG</b>	<b>HEIDENHAIN PACIFIC PTE LTD.</b> Singapore 408593 www.heidenhain.com.sg
<b>AU</b>	<b>FCR Motion Technology Pty. Ltd</b> Laverton North 3026, Australia E-mail: vicsales@fcrmotion.com	<b>ID</b>	<b>PT Servitama Era Toolsindo</b> Jakarta 13930, Indonesia E-mail: ptset@group.gts.co.id	<b>SK</b>	<b>KOPRETINA TN s.r.o.</b> 91101 Trencin, Slovakia www.kopretina.sk
<b>BA</b>	Bosnia and Herzegovina → <b>SL</b>	<b>IL</b>	<b>NEUMO VARGUS MARKETING LTD.</b> Tel Aviv 61570, Israel E-mail: neumo@neumo-vargus.co.il	<b>SL</b>	<b>Posredništvo HEIDENHAIN NAVO d.o.o.</b> 2000 Maribor, Slovenia www.heidenhain-hubl.si
<b>BE</b>	<b>HEIDENHAIN NV/SA</b> 1760 Roosdaal, Belgium www.heidenhain.be	<b>IN</b>	<b>HEIDENHAIN Optics &amp; Electronics India Private Limited</b> Chetpet, Chennai 600 031, India www.heidenhain.in	<b>TH</b>	<b>HEIDENHAIN (THAILAND) LTD</b> Bangkok 10250, Thailand www.heidenhain.co.th
<b>BG</b>	<b>ESD Bulgaria Ltd.</b> Sofia 1172, Bulgaria www.esd.bg	<b>IT</b>	<b>HEIDENHAIN ITALIANA S.r.l.</b> 20128 Milano, Italy www.heidenhain.it	<b>TR</b>	<b>T&amp;M Mühendislik San. ve Tic. LTD. ŞTİ.</b> 34728 Ümraniye-Istanbul, Turkey www.heidenhain.com.tr
<b>BR</b>	<b>DIADUR Indústria e Comércio Ltda.</b> 04763-070 – São Paulo – SP, Brazil www.heidenhain.com.br	<b>JP</b>	<b>HEIDENHAIN K.K.</b> Tokyo 102-0083, Japan www.heidenhain.co.jp	<b>TW</b>	<b>HEIDENHAIN Co., Ltd.</b> Taichung 40768, Taiwan R.O.C. www.heidenhain.com.tw
<b>BY</b>	<b>Belarus GERTNER Service GmbH</b> 50354 Huerth, Germany www.gertnergroup.com	<b>KR</b>	<b>HEIDENHAIN Korea LTD.</b> Gasan-Dong, Seoul, Korea 153-782 www.heidenhain.co.kr	<b>UA</b>	<b>Gertner Service GmbH Büro Kiev</b> 01133 Kiev, Ukraine www.gertnergroup.com
<b>CA</b>	<b>HEIDENHAIN CORPORATION</b> Mississauga, Ontario L5T2N2, Canada www.heidenhain.com	<b>ME</b>	Montenegro → <b>SL</b>	<b>US</b>	<b>HEIDENHAIN CORPORATION</b> Schaumburg, IL 60173-5337, USA www.heidenhain.com
<b>CH</b>	<b>HEIDENHAIN (SCHWEIZ) AG</b> 8603 Schwerzenbach, Switzerland www.heidenhain.ch	<b>MK</b>	Macedonia → <b>BG</b>	<b>VE</b>	<b>Maquinaria Diekmann S.A.</b> Caracas, 1040-A, Venezuela E-mail: purchase@diekmann.com.ve
<b>CN</b>	<b>DR. JOHANNES HEIDENHAIN (CHINA) Co., Ltd.</b> Beijing 101312, China www.heidenhain.com.cn	<b>MX</b>	<b>HEIDENHAIN CORPORATION MEXICO</b> 20235 Aguascalientes, Ags., Mexico E-mail: info@heidenhain.com	<b>VN</b>	<b>AMS Co. Ltd</b> HCM City, Vietnam E-mail: davidgoh@amsvn.com
<b>CZ</b>	<b>HEIDENHAIN s.r.o.</b> 102 00 Praha 10, Czech Republic www.heidenhain.cz	<b>MY</b>	<b>ISOSERVE Sdn. Bhd</b> 56100 Kuala Lumpur, Malaysia E-mail: isoserve@po.jaring.my	<b>ZA</b>	<b>MAFEMA SALES SERVICES C.C.</b> Midrand 1685, South Africa www.heidenhain.co.za
		<b>NL</b>	<b>HEIDENHAIN NEDERLAND B.V.</b> 6716 BM Ede, Netherlands www.heidenhain.nl		

Zum Abheften hier falzen! / Fold here for filing!