

# TOLERANCE DESIGN

per il controllo delle prestazioni e dei costi dei prodotti e dei processi



**DEMOCENTER**

**SHORT MASTER**

**5° EDIZIONE**

**Fondazione Democenter - Tecnopolo di Modena**

**Durata: 28 ore**



**UNIMORE**  
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI  
MODENA E REGGIO EMILIA

Dipartimento di  
Ingegneria "Enzo Ferrari"



**UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA**




# Tolerance Design per il controllo delle prestazioni e dei costi dei prodotti e dei processi


L'alto livello di complessità tecnologica e produttiva richiesta dai mercati impone alle imprese industriali e in particolare alle aziende del settore meccanico e veicolistico di focalizzare l'attenzione, fin dalle prime fasi del ciclo di progettazione, sugli effetti che la variabilità dimensionale e geometrica dei singoli componenti hanno sulle prestazioni e sui costi finali dei prodotti/processi. Le "Tolleranze" sono l'elemento che lega l'idea contenuta nel disegno tecnico di un prodotto al processo produttivo e alla successiva fase di controllo dimensionale e geometrico.

Le tolleranze e gli errori costruttivi relativi condizionano in maniera sostanziale non solo la montabilità e la funzionalità dell'assieme meccanico progettato, ma anche i costi di produzione e di messa a punto, la scelta del processo produttivo e i relativi macchinari e utensili, le abilità richieste al personale, le ispezioni e il controllo di qualità del prodotto.


Gli Enti di standardizzazione, ISO/GPS (Geometrical Product Specifications) e ASME/GD&T (Geometric Dimensioning Tolerancing) hanno definito nuove normative integrate rinnovando i sistemi di specificazione e verifica geometrica del prodotto ed estendendoli coerentemente con le nuove necessità e le opportunità offerte dai metodi di quantificazione della qualità e dagli strumenti computer aided.

Fondazione Democenter in collaborazione con il Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" dell'Università di Modena e Reggio Emilia e con il Laboratorio di disegno e metodi dell'ingegneria industriale dell'Università degli Studi di Padova ripropone l'iniziativa formativa sulla "progettazione" delle tolleranze secondo le più recenti revisioni normative alla luce dei feedback positivi raccolti nelle precedenti edizioni.

 **A chi si rivolge:** Progettisti di prodotto e di processo, Responsabili e tecnici delle Aree Ufficio Tecnico/Ricerca & Sviluppo; Produzione, Controllo e assicurazione Qualità, metrologi industriali

 **Obiettivi:** Il corso si pone l'obiettivo di fornire le conoscenze, le metodologie e le competenze applicative necessarie ad una corretta documentazione, specificazione dimensionale e geometrica e verifica di conformità dei prodotti attraverso:

- il riconoscimento dei requisiti funzionali e di assemblaggio;
- la traduzione dei requisiti funzionali in specifiche di tolleranza secondo le migliori pratiche definite dagli standard di riferimento ISO e ASME e in accordo con i processi di misurazione;
- l'analisi e ottimizzazione di catene di tolleranze di parti e assiemi mediante tecniche di calcolo tradizionali e l'utilizzo di strumenti computer aided;
- applicazioni pratiche risolte attraverso l'impiego di avanzati software CAT (Computer Aided Tolerancing) allo stato dell'arte

 **Docenti:**

- prof. Francesco Leali - Docente di disegno e metodi dell'ingegneria industriale del Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari", Università di Modena e Reggio Emilia
- prof.ri Gianmaria Concheri e Roberto Meneghello - Docenti dell'Università degli Studi di Padova



## Contenuti: **MODULO di BASE**



**29 settembre, 5 ottobre 2020 (14 ore)**

*orario: 9.00-13.00; 14,00-17,00*

### **Fondamenti concettuali – Approccio GD&T**

- Quadro normativo di riferimento: sistemi ISO GPS (Geometrical Product Specifications) e ASME GD&T (Geometric Dimensioning & Tolerancing)
- Documentazione tecnica di prodotto (Technical Product Documentation)

### **Fondamenti concettuali – Requisiti**

- Definizione di requisito dimensionale
- Processo di identificazione dei requisiti (needs e wants, funzioni di costo)
- Definizione di requisito funzionale
- Distinzione tra tolleranza e requisito

### **Fondamenti concettuali – Tolleranze e controllo**

- Classi di lavorazione meccaniche e collaudo tradizionale con dime e sagome (anni '50- industria 2.0)
- Novità introdotte dall'introduzione delle CMM ed aumento della mole di dati (anni '90- industria 3.0)
- Differenze tra collaudo a valle e controllo a monte nella gestione dei costi
- Vantaggi costo/qualità dell'analisi tolleranze
- Vantaggi costo/qualità dell'ottimizzazione delle tolleranze

### **Comprensione della normativa - Definizioni fondamentali GD&T**

- Definizione di feature
- Schematizzazione della superficie (Rule#1; Virtual condition, true position, LMC, MMC, RFS, Geometric counterpart, FoS)
- Fundamental rules (univocità della misura)

### **Comprensione della normativa - Schemi di quotatura ed indicazione delle tolleranze a disegno**

- Esempio di quotatura completa tradizionale
- Limiti di univocità del processo di misura tradizionale
- Schema di quotatura funzionale e definizione del calibro funzionale (Theoretical counterpart, perfect form boundary)
- Limits of size, dipendenza tra Variation of Size e Variation of Form nei disegni tradizionali, Rule#1
- Introduzione del principio di indipendenza tra VoS e VoF, indicazione delle tolleranze al LMC e MMC



**12,20 ottobre 2020 (14 ore)**

*orario: 9.00-13.00; 14,00-17,00*

#### **Comprensione della normativa - Definizione operativa dei Datum**

- Differenza tra Datum Feature e Datum Reference, definizione del DRF
- Datum Target ed identificazione sui pezzi ed a disegno
- Differenza nei risultati tra le varie condizioni di azzeramento MMC Vs Best Fit
- Principio di sequenzialità dei datum, effetti della rotazione
- Casi particolari, datum composti e datum locali
- Tecniche di scelta delle datum feature ed indicazione dell'errore sulle datum feature (scopo ed effetti sul posizionamento)
- Datum di fabbricazione e datum di assemblaggio, propagazione dell'errore conseguente al cambio arbitrario di datum
- Dimostrazione di un processo di posizionamento e misura

#### **Comprensione della normativa - Definizione operativa delle tolleranze funzionali**

- Tolerance of Position
- Tolerance of Form
- Tolerance of Profile
- Tolerance of Orientation
- Tolerance of Runout
- Variazione Free State, Misure in constrained state per pezzi non rigidi, indicazione del precarico in fase di misura
- Effetto delle tolleranze sulle Datum Feature, ribaltamento delle tolleranze tra i datum

#### **Comprensione della normativa - Approfondimento su casi di design complessi**

- Concetto di floating e requisito di assemblabilità (MMC; LMC)
- Tolleranza multipla e tolleranza composta definizione e requisiti di controllo
- Composite tolerance Frame, PLTZF; FRTZF

#### **Applicazione della normativa – Casi pratici per la disegno e il controllo di un assieme**

- Confronto tra i metodi Worst Case e RSS
- Differenze tra metodo Stack-Up, Metodo Vectorial loop e metodo variazionale
- Metodo dello Stack-Up monodimensionale, errori comuni (WC e RSS)
- Metodi di ottimizzazione delle tolleranze
- Utilizzo dei SW e criteri di accettazione statistica (certificazione) dei risultati di simulazione

#### **Casi applicativi mediante l'impiego di tools di Computer aided tolerancing**

# TOLERANCE DESIGN per il controllo delle prestazioni e dei costi dei prodotti e dei processi

## DATI DI ISCRIZIONE DEL PARTECIPANTE

Cognome e nome.....

Telefono .....Cell. ....E-mail.....

Titolo di studio .....

Ruolo ricoperto all'interno dell'azienda .....

## AZIENDA DI APPARTENENZA (in caso di partecipazione a titolo aziendale)

Ragione sociale ..... Partita I.V.A./C.F. ....

Attività dell'azienda .....

Indirizzo.....CAP.....Comune.....Prov. ....

N. dipendenti .....Tel .....Fax .....E-mail .....

## DATI PER LA FATTURAZIONE (compilare solo se differenti rispetto ai dati dell'azienda)

Intestazione e indirizzo .....

Partita I.V.A./ C.F. ....Codice destinatario SDI.....

## QUOTE DI PARTECIPAZIONE (barrare la scelta)

### Prezzo intero

**4 gg. 1360 € + Iva**

*Sconto 10% a partire dal 2° iscritto*

### Prezzo Soci Democenter, associati ADM e Federunacoma

**4 gg. 1150 € + Iva**

*Sconto 10% a partire dal 2° iscritto*

## MODALITÀ DI ISCRIZIONE

L'iscrizione dovrà avvenire entro il **3° giorno lavorativo** antecedente l'inizio del corso. L'iniziativa verrà realizzata al raggiungimento del numero minimo di 8 iscritti. In caso di mancato raggiungimento di tale numero, Fondazione Democenter-Sipe si riserva la facoltà di disdire il corso, comunicandolo all'indirizzo del partecipante entro 2 giorni dalla data di inizio prevista. In tal caso, al partecipante /Azienda che ha già provveduto al pagamento della quota di iscrizione verrà offerta la possibilità di partecipare ad un altro corso o verrà restituita la quota di iscrizione. La presente scheda dovrà essere inviata alla Fondazione Democenter-Sipe via email all'attenzione della dott.ssa Silvia Barbi ( [s.barbi@fondazionedemocenter.it](mailto:s.barbi@fondazionedemocenter.it)). Per chiarimenti è possibile contattare la Fondazione Democenter allo 059 2058153.

## CONDIZIONI DI PAGAMENTO

La quota di iscrizione deve essere versata al momento della conferma del corso. Il pagamento deve essere effettuato mediante bonifico Bancario intestata a **Fondazione Democenter-Sipe codice IBAN: IT44C053871290500000551764 presso Banca Popolare dell'Emilia - Romagna, Ag. 5 di Modena**. Fondazione Democenter-Sipe provvederà all'invio della fattura elettronica al ricevimento della quota di iscrizione.

## DISDETTA DELLA PARTECIPAZIONE

Qualsiasi rinuncia deve pervenire, in forma scritta, entro **4 giorni lavorativi** dall'inizio del corso. In caso di rinuncia pervenuta dopo tale termine o di mancata presenza del partecipante ad inizio corso o di ritiro durante lo stesso Fondazione Democenter è autorizzata a trattenere l'intera quota se già versata.

I dati raccolti saranno trattati ai sensi del regolamento europeo sulla protezione dei **dati (Reg. UE 2016/679)**.

Per maggiori informazioni sul trattamento, sulla privacy e sui diritti esercitabili vedi anche l'informativa sul sito [www.democentersipe.it/privacy/](http://www.democentersipe.it/privacy/)

Si fornisce il consenso al trattamento dei propri dati personali in riferimento all'informativa ricevuta

Si  no

Data .....Timbro e firma .....