

# MUSP

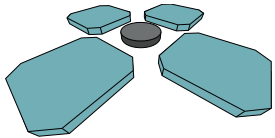
Macchine Utensili e Sistemi di Produzione

Laboratorio per l'innovazione

## Panoramica sui Sistemi di Monitoraggio Avanzato

*Ing. Marco Grasso*

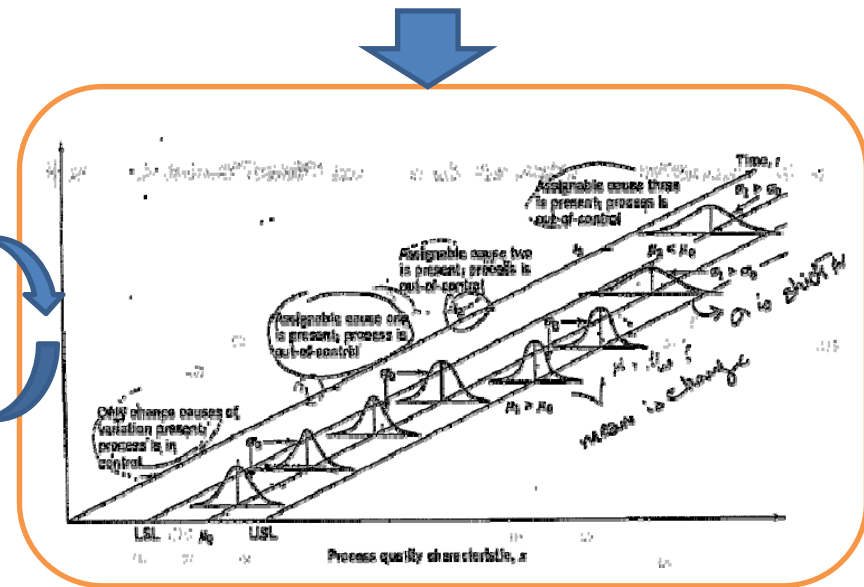
Laboratorio MUSP  
[www.musp.it](http://www.musp.it)



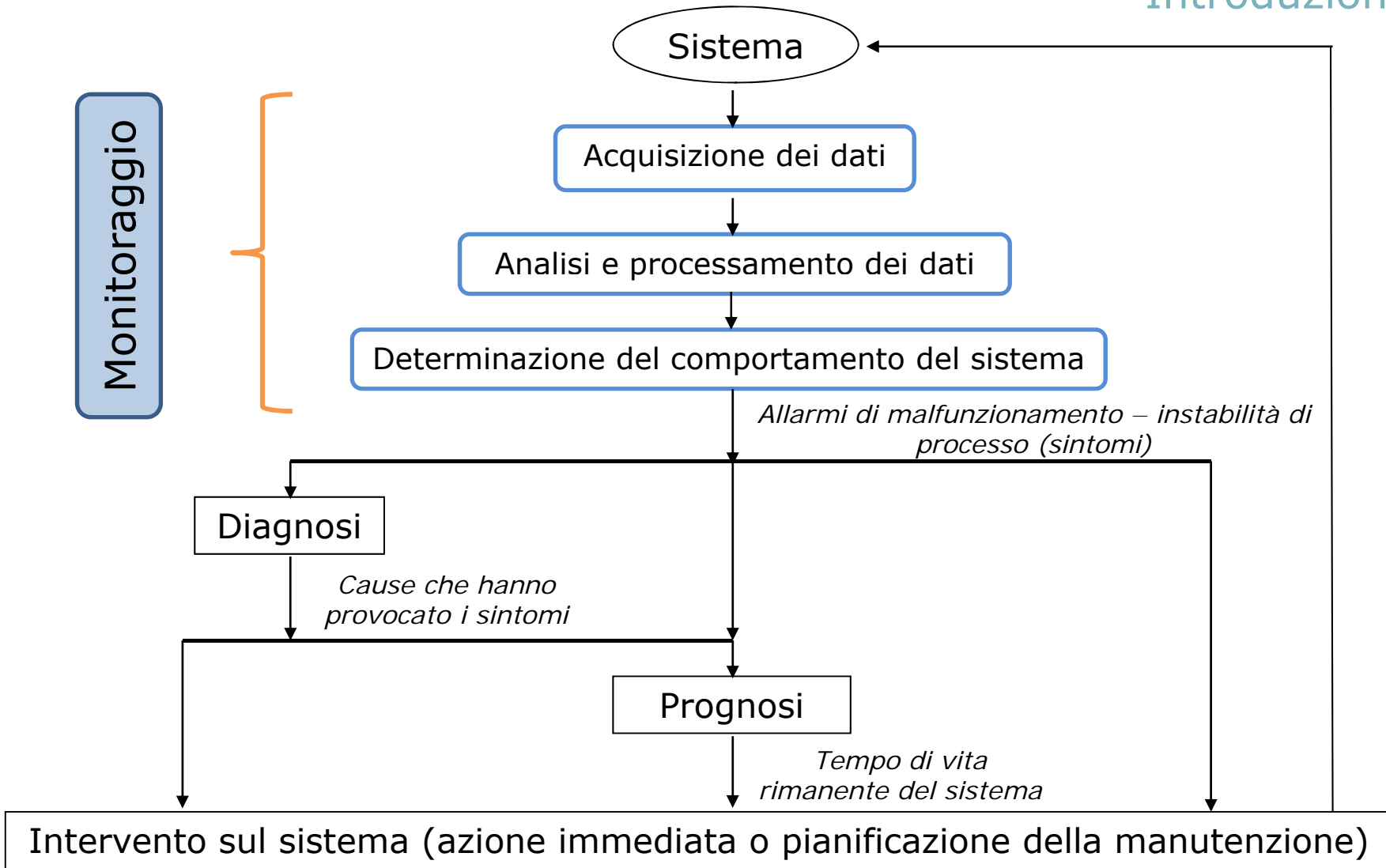
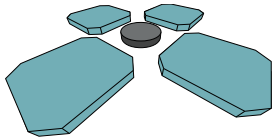
Monitoraggio: *Caratterizzazione di un sistema o di un processo attraverso l'analisi dell'evoluzione delle sue proprietà nel tempo*



Monitoraggio delle condizioni della macchina



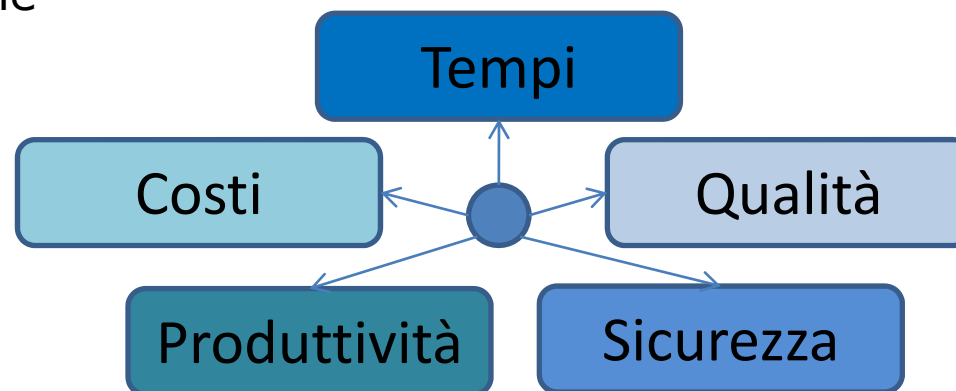
Monitoraggio del processo produttivo (controllo qualità)



### Perché monitorare le condizioni della macchina?

Guasti della macchina hanno notevole impatto su:

- Schedulazione della produzione
- Tempi di fermo macchina
- Costi di manutenzione
- Qualità della produzione
- Sicurezza dell'impianto
- Ecc...



### Monitoraggio permette:

- Riconoscimento di anomalie e guasti
- Conoscenza dell'evoluzione di usura componenti e decadimento delle prestazioni
- Previsione del tempo di vita residuo componenti (time-to-failure)
- Implementazione di logiche di controllo adattativo e compensativo
- Riduzione di danni alla macchina
- Riduzione della produzione di parti fuori controllo

- ✓ Monitoraggio della macchina utensile
  - Esempi soluzioni MUSP
  - Esempi soluzioni disponibili in commercio
- ✓ Dal Monitoraggio a bordo Macchina al Monitoraggio Remoto
  - Machine to Machine (M2M)
  - Manutenzione Condition-Based e Manutenzione Predittiva
- ✓ Conclusioni

### Strategie di monitoraggio

#### Continuo

Raccolta dati continua durante ogni lavorazione.  
Possibilità di intervenire in modo tempestivo  
Possibilità di controllo adattativo

#### Periodico

Raccolta dati solo in caso di ispezioni programmate  
Utile solo per fenomeni con dinamica molto lenta (deterioramenti, usura,...)

#### On-line

Il processamento, l'analisi e l'eventuale diagnostica vengono effettuate in tempo reale durante la lavorazione

#### Off-line

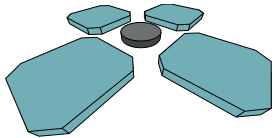
Analisi a macchina ferma  
Oppure  
Analisi e processamento off-line di dati acquisiti durante il processo

#### Diretto

Il fenomeno di interesse è osservato in modo diretto:  
ESEMPIO: sensore ottico per determinazione livello usura utensile

#### Indiretto

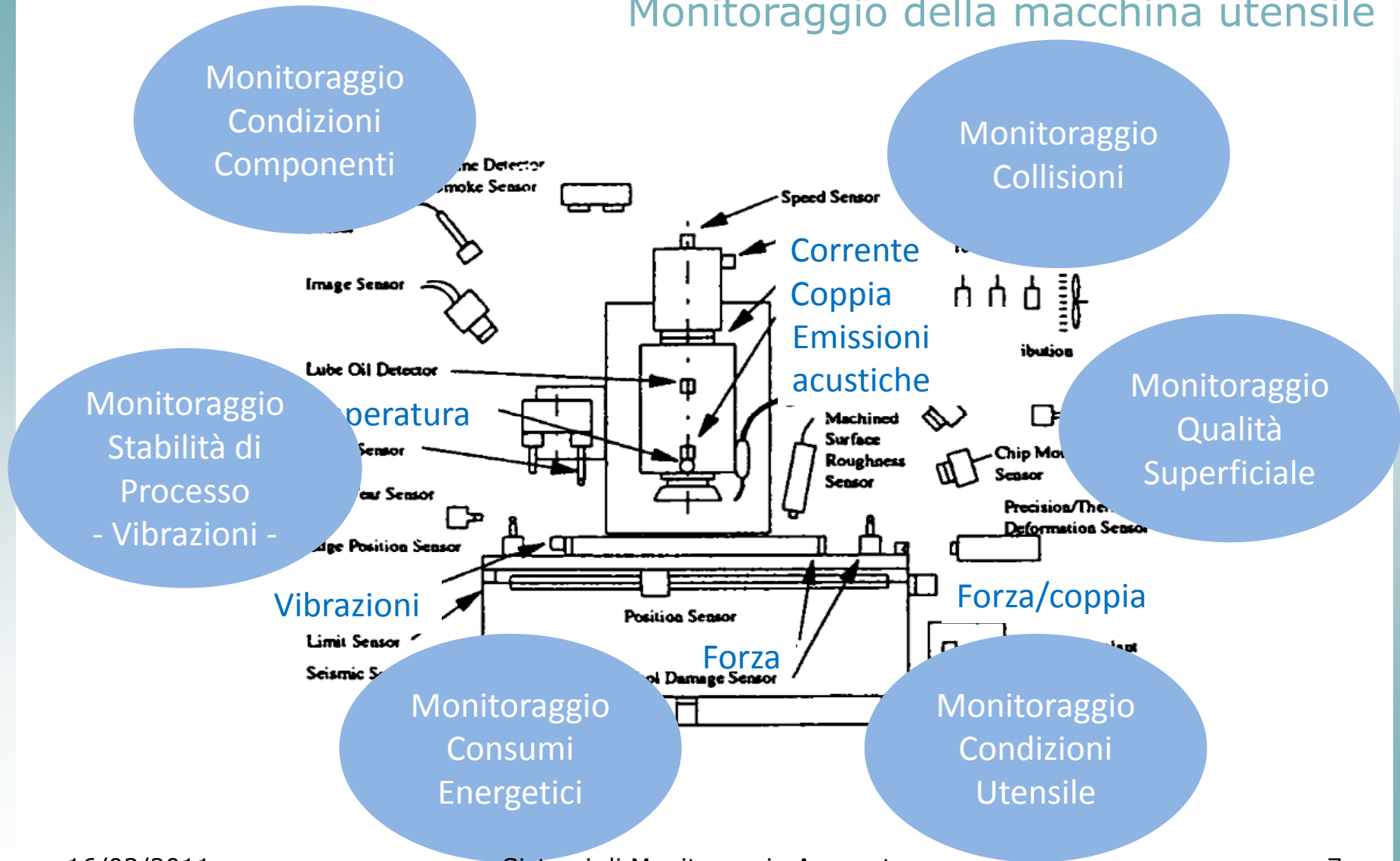
Il fenomeno di interesse viene monitorato attraverso l'osservazione di segnali e grandezze che ad esso sono correlate



# MUSP

Macchine Utensili e Sistemi di Produzione

## Monitoraggio della macchina utensile

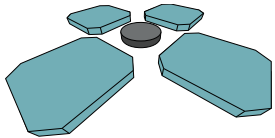


16/03/2011

Sistemi di Monitoraggio Avanzato

7

Laboratorio MUSP

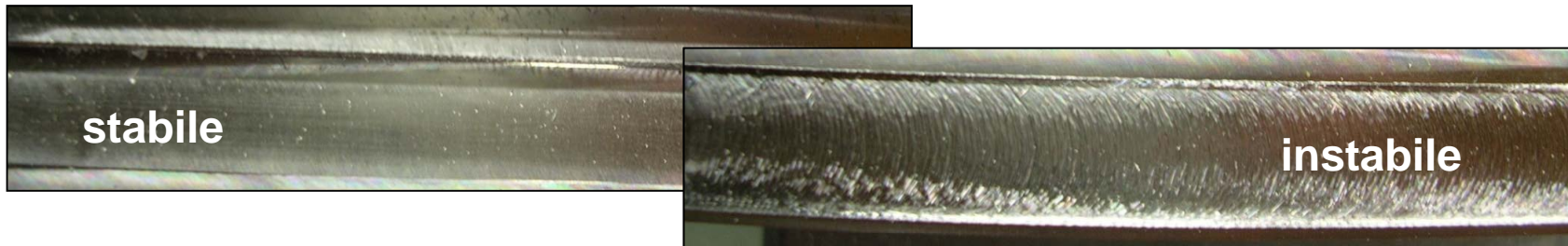


# MUSP

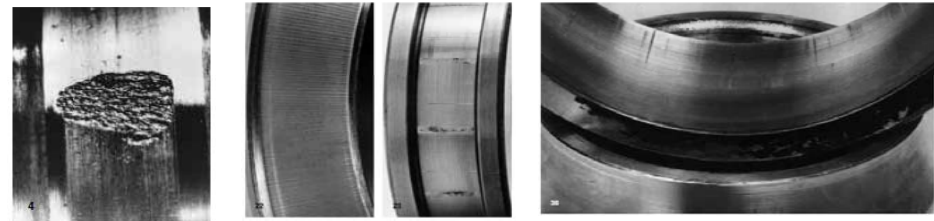
Macchine Utensili e Sistemi di Produzione

## Monitoraggio della macchina utensile – Esempi MUSP

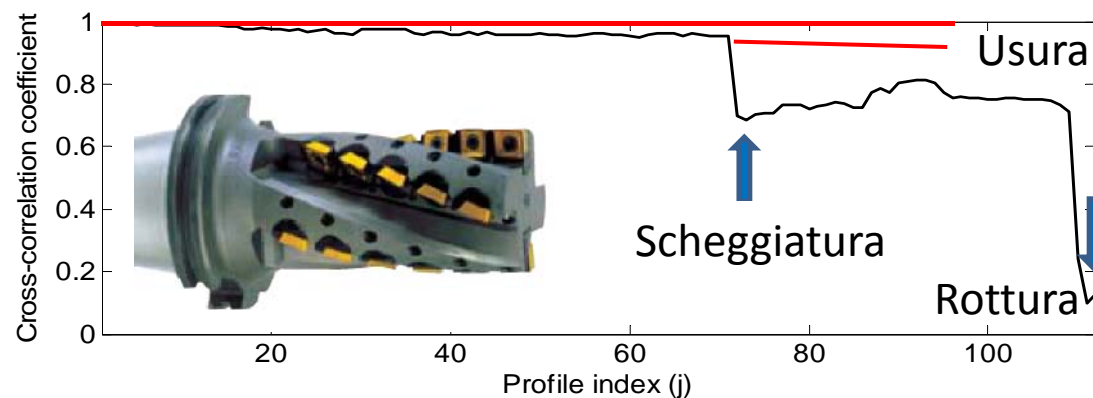
### Monitoraggio stabilità di processo / vibrazioni



### Monitoraggio delle condizioni dei cuscinetti



### Monitoraggio delle condizioni dell'utensile

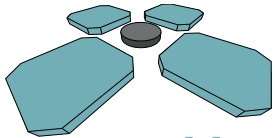


16/03/2011

8

Laboratorio MUSP





# MUSP

Macchine Utensili e Sistemi di Produzione

## Monitoraggio della macchina utensile – Esempi Commerciali



ACceleration Sensor (ACS)

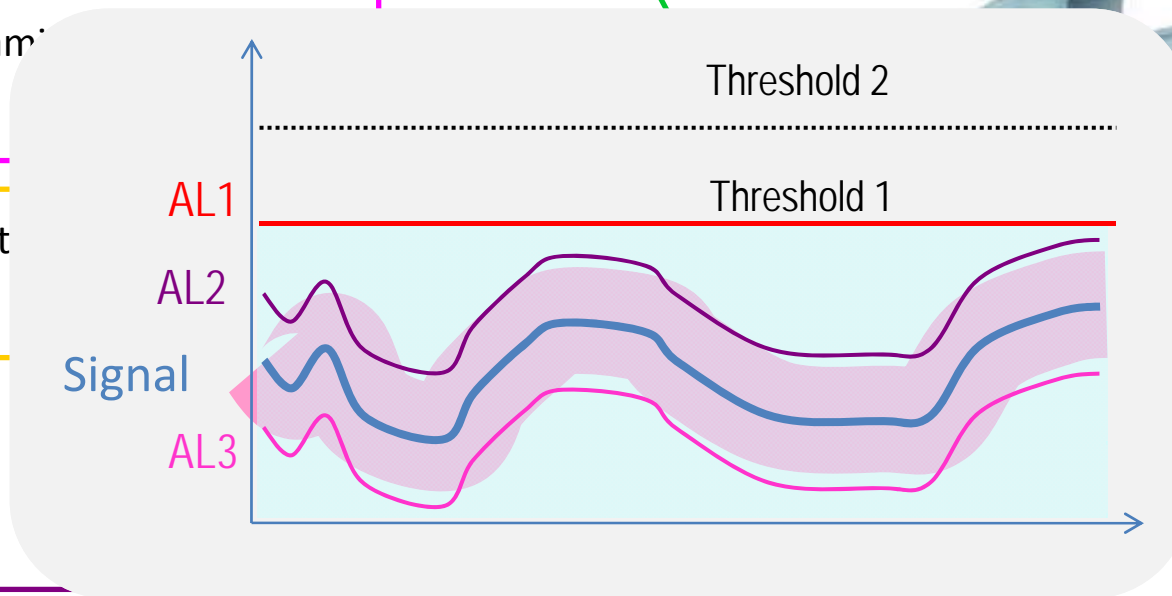
The "smart" spindle



Dynam



Stat

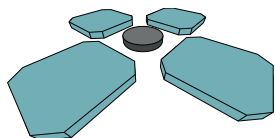


Spindle Grow Sensor (SGS)



Temperature Monitoring Sensor (TMS)

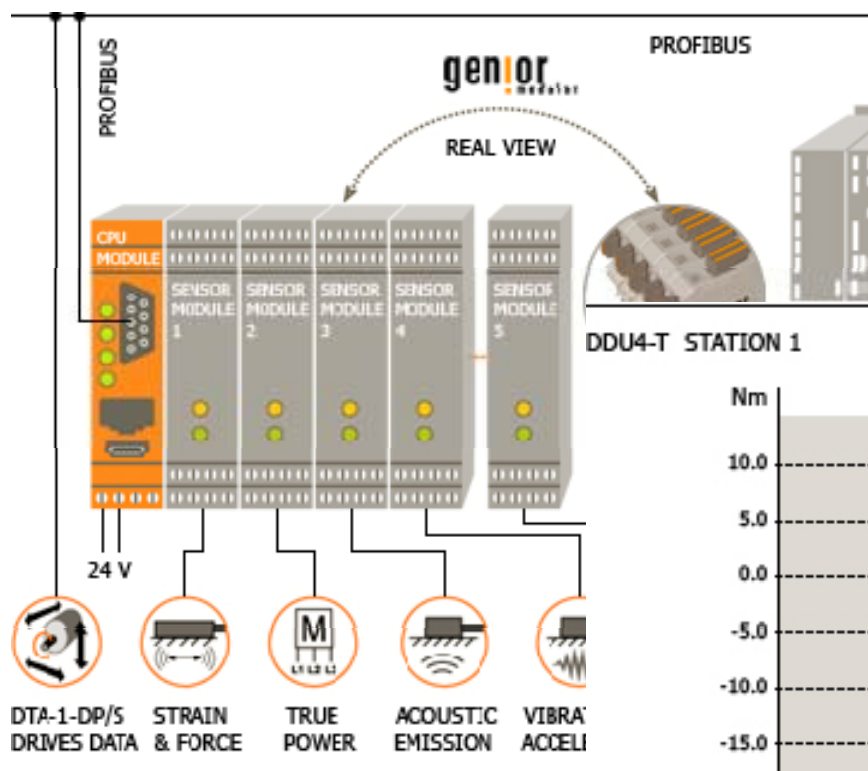




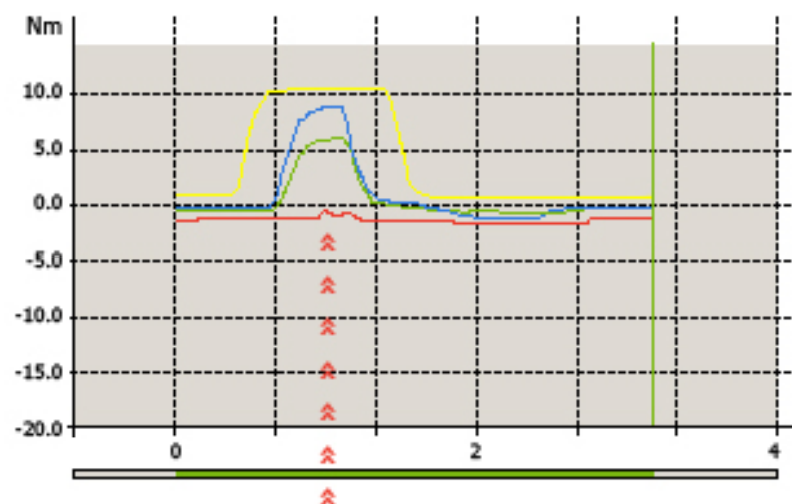
# MUSP

Macchine Utensili e Sistemi di Produzione

## Monitoraggio della macchina utensile – Esempi Commerciali



DDU4-T STATION 1



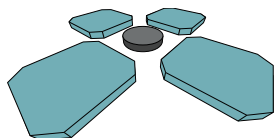
16/03/2011

10

### Aspetti critici di un Sistema di Monitoraggio

- Trade-off tra costi e benefici
- Flessibilità di utilizzo
- Complessità installazione/integrazione sensori
- Semplicità utilizzo / necessità di addestramento personale
- Interpretabilità dei risultati (*scetticismo verso scatola nera*)
- Rischi falso allarme
  - *Falsi positivi: **segnalazione di allarme** quando il comportamento è **in controllo***
  - *Falsi negati: **mancata segnalazione di allarme** quando il comportamento è **fuori controllo***

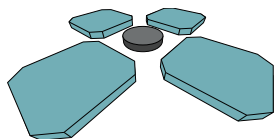
Utilizzatore considera molto più critici i falsi positivi → tendenza a sviluppare sistemi di monitoraggio sovradimensionando la robustezza a falsi positivi, a scapito dei falsi negativi



**MUSP**

Macchine Utensili e Sistemi di Produzione

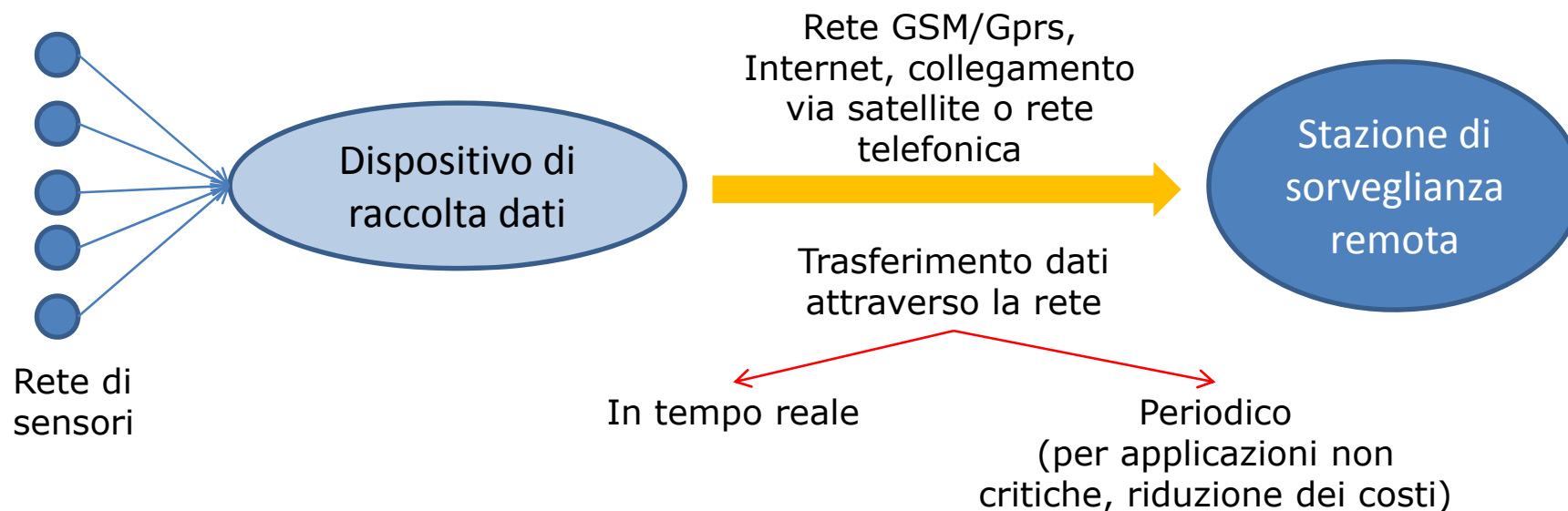
# DAL MONITORAGGIO A BORDO MACCHINA AL MONITORAGGIO REMOTO



## Dal Monitoraggio Macchina al Monitoraggio Remoto – M2M

### Machine-to-machine (M2M):

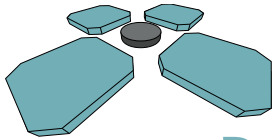
*comunicazione tra macchine, mezzi mobili e esseri umani per **scambio informazioni e dati**, e svolgere operazioni complesse, senza l'intervento umano. M2M è l'insieme dei servizi, dei sistemi, delle tecnologie, del software e dell'hardware che abilitano questa rete di comunicazioni.*



### Operazioni eseguibili da stazione remota

- ✓ Monitoraggio dello stato di salute della macchina e/o dell'impianto sulla base dei dati acquisiti
- ✓ Integrazione dei dati in un sistema di gestione dell'azienda
- ✓ Riconoscimento di allarmi e segnalazione verso operatori impianto (e.g. telefoni mobili) o sistema di gestione e supervisione automatizzato
- ✓ Registrazione dei dati raccolti per ricavare tendenze di funzionamento e comportamento dei sistemi
- ✓ Pianificazione degli interventi (manutenzione, ispezioni, ...)
- ✓ Eventuale intervento diretto sulla macchina o sull'impianto tramite controllo remoto

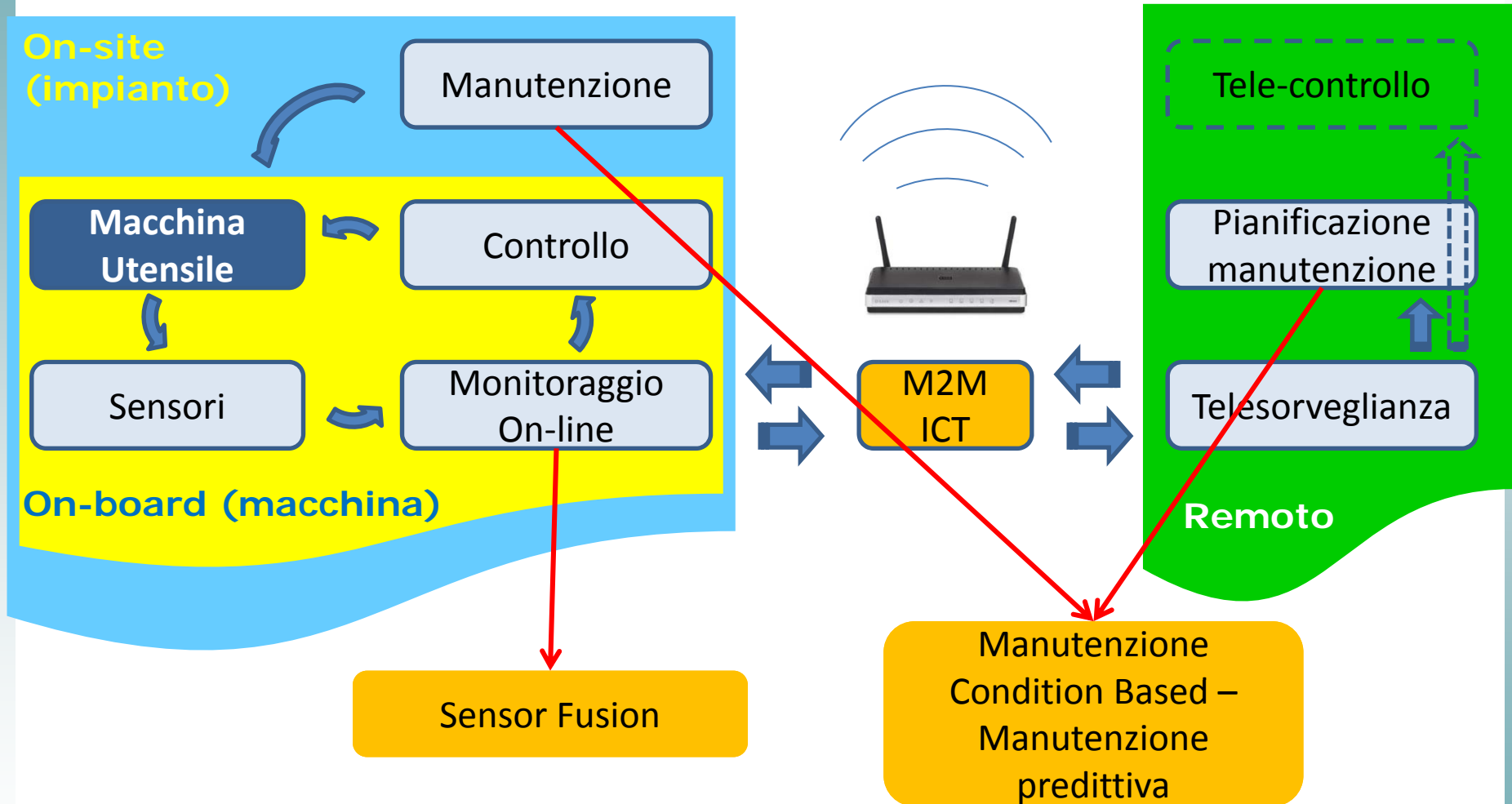
Possibilità di monitoraggio e controllo da un'unica stazione remota di più macchine presso stesso impianto o più macchine distribuite presso diversi utilizzatori



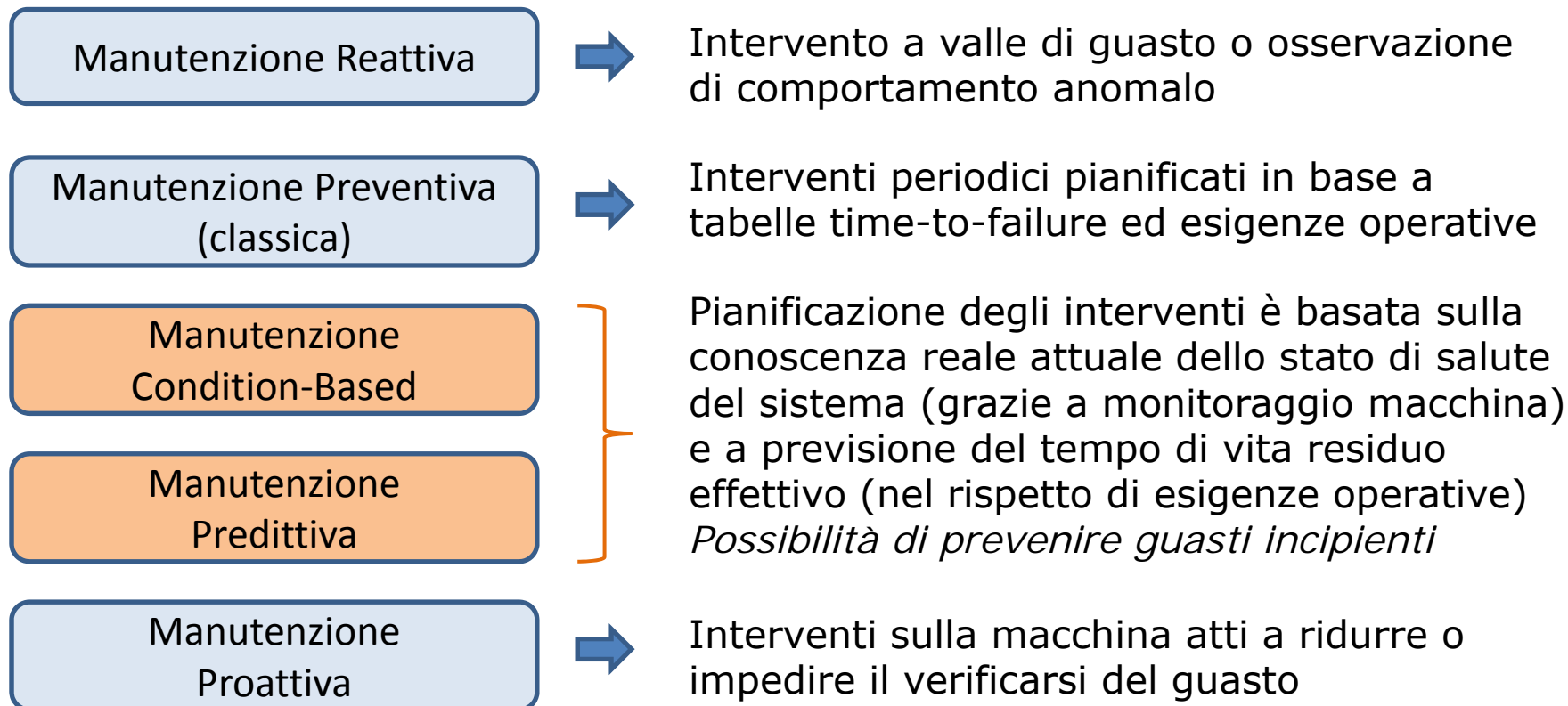
# MUSP

Macchine Utensili e Sistemi di Produzione

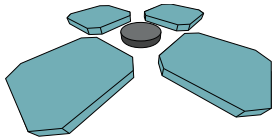
## Dal Monitoraggio Macchina al Monitoraggio Remoto – M2M



## Principali strategie di Manutenzione



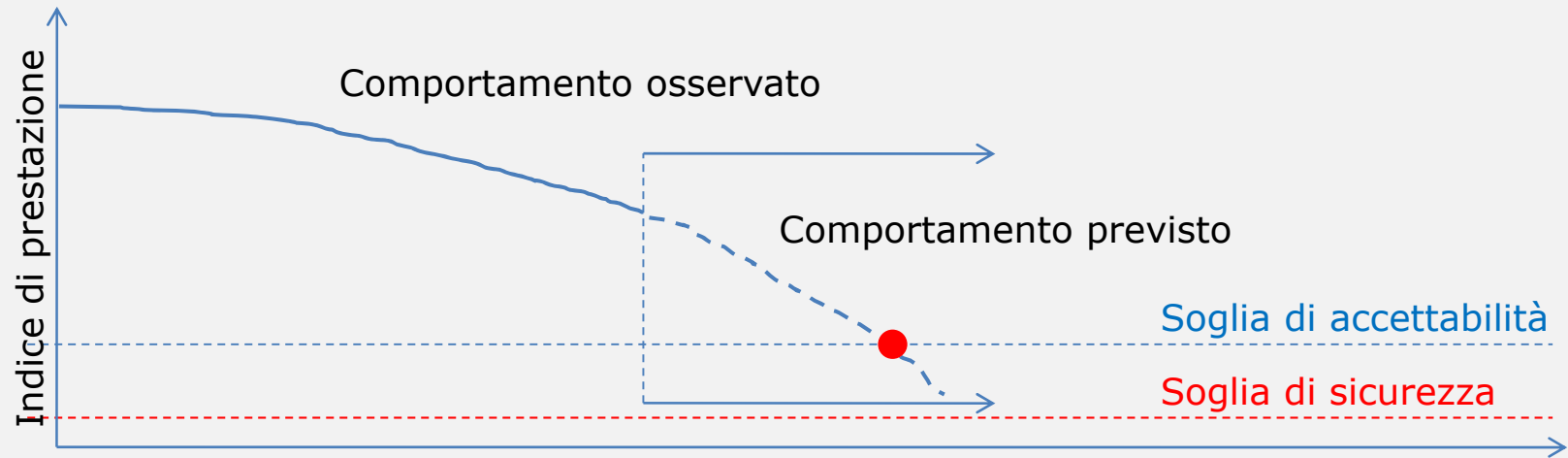




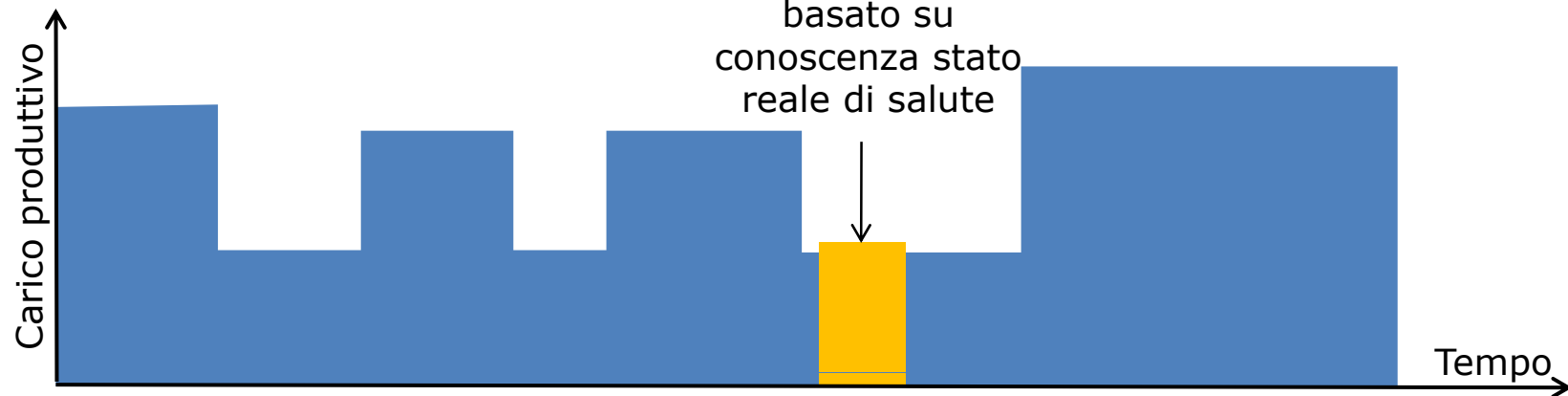
# MUSP

Macchine Utensili e Sistemi di Produzione

## Principali strategie di Manutenzione



### Manutenzione predittiva



16/03/2011

Sistemi di Monitoraggio Avanzato

17

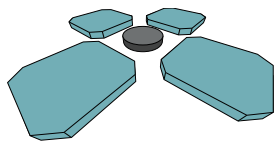
Laboratorio MUSP

### Passi necessari per Manutenzione Predittiva

- Monitoraggio delle condizioni della macchina
- Diagnostica per identificare le cause degli allarmi osservati
- Prognosi, previsione delle prestazioni e stima del tempo di vita residuo per componenti
- Analisi dei dati attuali, analisi di trend e identificazione delle azioni correttive
- Pianificazione degli interventi, consistente con necessità, vincoli e schedule operativa della macchina

Per fare questo è necessario avere eseguito le seguenti operazioni a monte del processo:

- Definizione delle condizioni e delle prestazioni nominali della macchina
- Definizione di un criterio per determinare i livelli di prestazioni e accuratezza accettabili (soglie di accettabilità)



**MUSP**

Macchine Utensili e Sistemi di Produzione

# CONCLUSIONI

### Vantaggi di Monitoraggio Remoto + Manutenzione Predittiva

- ✓ Controllo continuo su funzionamento macchina/impianto
- ✓ Traccia dell'evoluzione storica delle prestazioni e della produzione
- ✓ Supervisione centralizzata
- ✓ Aumento dell'operatività dell'impianto grazie alla riduzione dei fermo macchina indesiderati e miglior gestione dei fermi pianificati
- ✓ Riduzione dei costi di manutenzione e riparazione
- ✓ Mantenimento delle prestazioni al di sopra di soglie desiderate
- ✓ Possibile prevenzione di anomalie e guasti incipienti

### Tecnologie abilitanti

- ✓ Sensoristica facilmente integrabile e affidabile – sensori intelligenti
- ✓ Architetture avanzate di monitoraggio a bordo macchina integrate con CN
- ✓ Algoritmi di monitoraggio, diagnosi e prognosi affidabili, flessibili, e robusti
- ✓ Tecniche di sensor-fusion affidabili e robuste
- ✓ Strumenti ICT e gestione dati che permettano di centralizzare il controllo e la supervisione di elementi distribuiti

## Il tele-monitoraggio nello scenario dei NBM

Monitoraggio avanzato e tele-sorveglianza permettono di:

- ✓ conoscere e, in parte, prevedere il comportamento della macchina e del relativo processo.
- ✓ trasmettere queste informazioni a stazione remota in tempo reale
- ✓ utilizzare queste informazioni per aumentare la produttività delle MU agendo su qualità, costi, affidabilità, disponibilità, ...

Oggi una reale implementazione di questo sistema richiede **significativi investimenti** in strumentazione, software, personale, ...



per questi motivi l'utilizzo di questi sistemi deve essere abbinato a nuovi ruoli imprenditoriali in **nuovo modello di business**

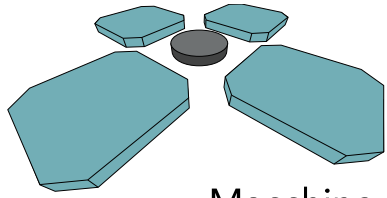
### Il tele-monitoraggio nello scenario dei NBM

Per esempio sara' possibile offrire servizi di:

- ✓ assistenza "su condizione"
- ✓ miglioramento degli interventi manutentivi
- ✓ monitoraggio della qualita' (in ottica  $6\sigma$ )
- ✓ Ecc...

Questi servizi potranno essere offerti dal costruttore e/o da terze parti

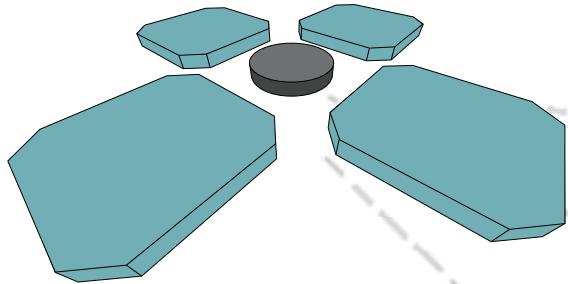
- ✓ sia all'interno di altri servizi "tradizionali" (manutenzione programmata, CRM (Gestione Relazioni coi Clienti), ...)
- ✓ sia come new business offrendo servizi integrati di pianificazione, intervento, garanzia qualita', ...



# MUSP

Macchine Utensili e Sistemi di Produzione

Laboratorio per l'innovazione



# MUSP

Macchine Utensili e Sistemi di Produzione

*Contatti*

*[marco.grasso@musp.it](mailto:marco.grasso@musp.it)*

*[info@musp.it](mailto:info@musp.it)*

*Grazie*

Laboratorio MUSP  
[www.musp.it](http://www.musp.it)