



università di ferrara

# E-Maintenance e ICT

## Telecontrollo e telemonitoraggio su larga scala

---

Ing. Mauro Tortonesi  
Università di Ferrara - CenTec  
[mauro.tortonesi@unife.it](mailto:mauro.tortonesi@unife.it)



# E-Maintenance - Definizione

---

*E-maintenance è un concetto recentemente emerso nel processo di “digitalizzazione” degli impianti manifatturieri che fa riferimento all’integrazione dell’ICT nel processo di manutenzione, al fine di automatizzare le operazioni di gestione, come la diagnostica e la prognostica, tramite il monitoraggio e il controllo remoto delle macchine e l’integrazione di tutti i dati di manutenzione all’interno del sistema informativo aziendale.*

---

# E-Maintenance

---

L'adozione di sistemi di e-maintenance permette di:

- migliorare i processi di manutenzione e ridurre notevolmente i costi
- abbattere i tempi di intervento in caso di fault
- migliorare la conoscenza del funzionamento delle macchine on-the-field

E-maintenance è una disciplina di natura **fortemente interdisciplinare**

In questo intervento, analizzeremo l'importantissimo contributo che le moderne tecnologie ICT possono portare alla realizzazione di soluzioni e-maintenance

---

# SCADA

---

Inizialmente, le soluzioni di e-maintenance si sono concentrate sul condition-based monitoring di grandi impianti (industria energetica e pesante)

Di solito, queste soluzioni facevano uso di sistemi Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) costosi e spesso proprietari

- stack di comunicazione ad hoc e/o proprietari
  - hardware dedicato e molto costoso
  - soluzioni software complesse e proprietarie (no riuso)
-

# Large-scale E-maintenance

---

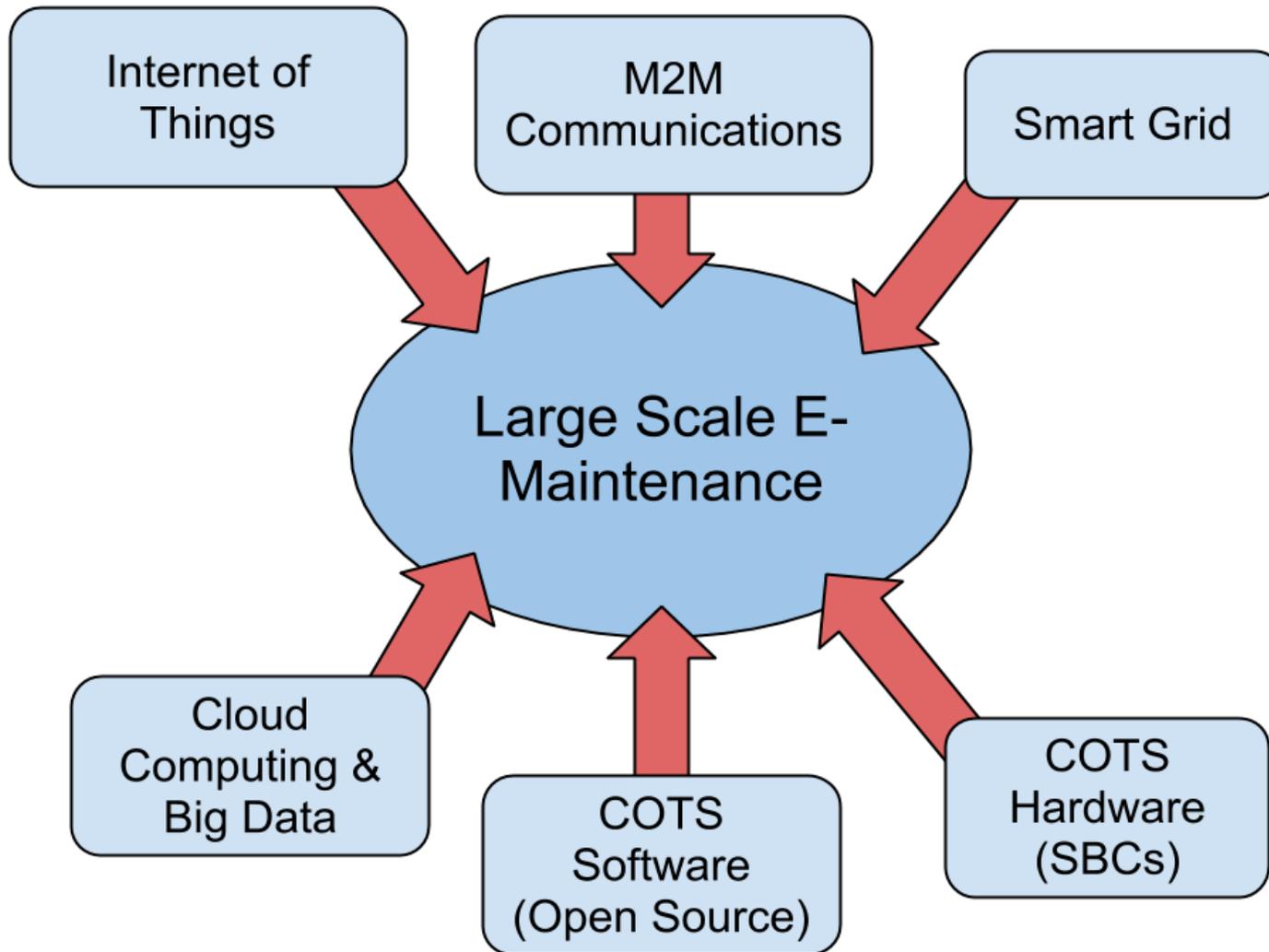
I costi per realizzare le funzioni di monitoraggio delle macchine si stanno significativamente riducendo

I recenti sviluppi nei campi della computazione, della comunicazione e delle tecnologie software permettono l'implementazione di **piattaforme di e-maintenance su larga scala**

- macchine automatiche
  - impianti
  - household & similar appliances
  - centraline ambientali
  - ecc.
-

# Una tempesta perfetta?

---



# COTS Hardware

---

Moderni sistemi **Single-Board Computer (SBC)** sono disponibili a prezzi (~100€) che ne permettono l'utilizzo su larga scala

SBC montano un sistema operativo completo (es. Linux) e supportano numerosi bus di comunicazione

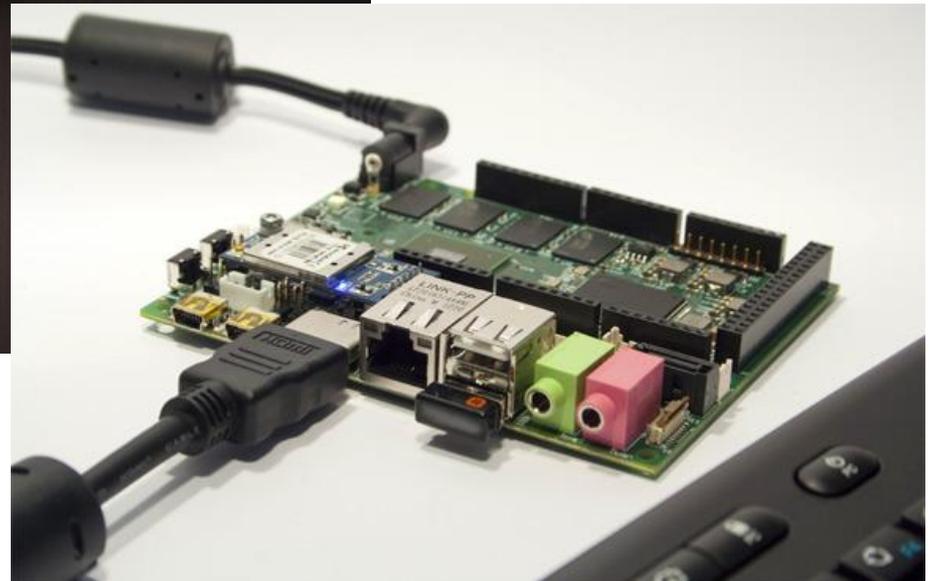
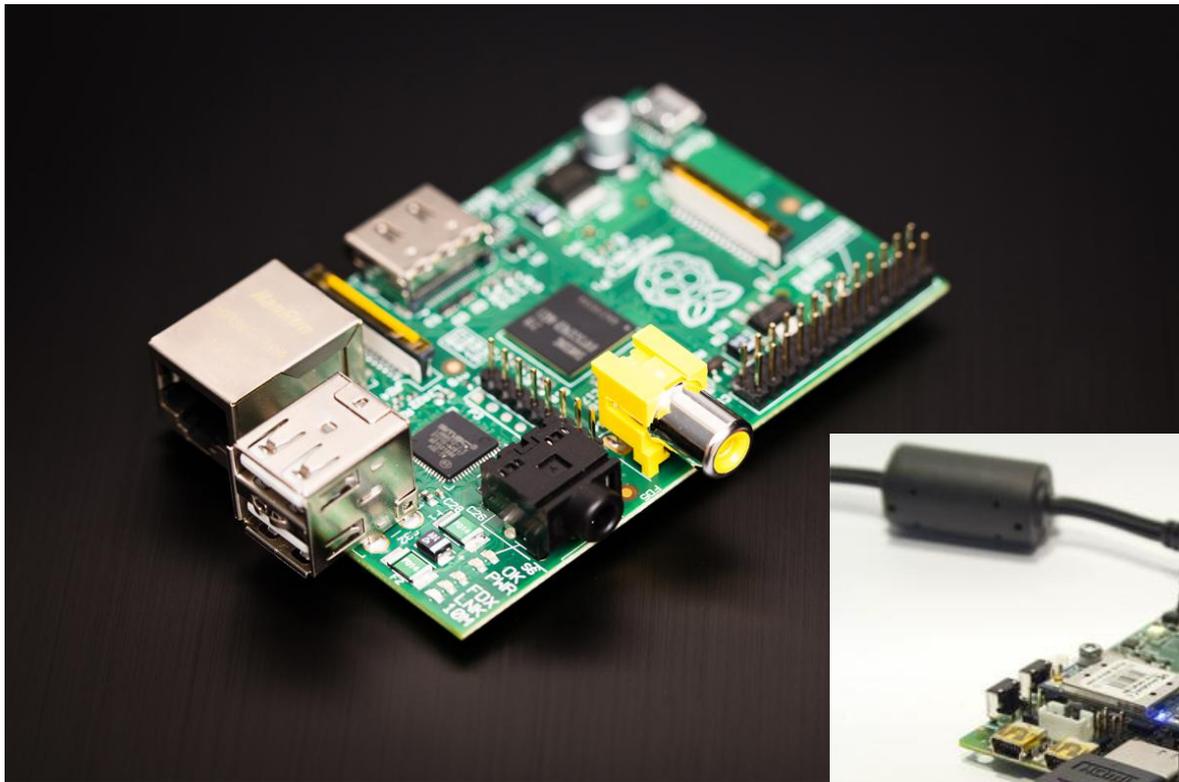
- modelli di programmazione di alto livello
- facilità di integrazione
- riuso di componenti software esistenti

Esempi di SBC: BeagleBone, Arduino, Raspberry Pi

---

# Single-Board Computer

---



La piattaforma di controllo del futuro?

# COTS Software

---

Recenti evoluzioni tecnologiche (es. HTML5) e numerosi componenti software Open Source permettono di velocizzare la realizzazione di piattaforme di e-maintenance su larga scala

- piattaforme di sviluppo
  - strumenti di management
  - librerie per gestione bus di comunicazione
  - interfacce e architetture di comunicazione Web-based
  - soluzioni per la sicurezza
-

# Cloud Computing & Big Data

---

Per l'elaborazione di grandi moli di dati provenienti dalle macchine telemonitorate, si possono sfruttare soluzioni centralizzate in Cloud Computing

La tecnologia sviluppata in ambito Big Data è matura per l'adozione come piattaforma per l'analisi dei dati di manutenzione

Possibilità del processing in real-time di flussi di informazioni di notevoli dimensioni

- analisi comparative
  - automated anomaly/fault detection
-

# M2M, Smart Grid e IoT

---

Alcune soluzioni sviluppate in ambito M2M, Smart Grid e Internet of Things si prestano per il riuso in ambito large scale e-maintenance

- architetture di comunicazione embedded Web-based
- offerte commerciali per comunicazioni M2M via 3G
- ubiquitous and large-bandwidth Internet-based connectivity
- ecc.

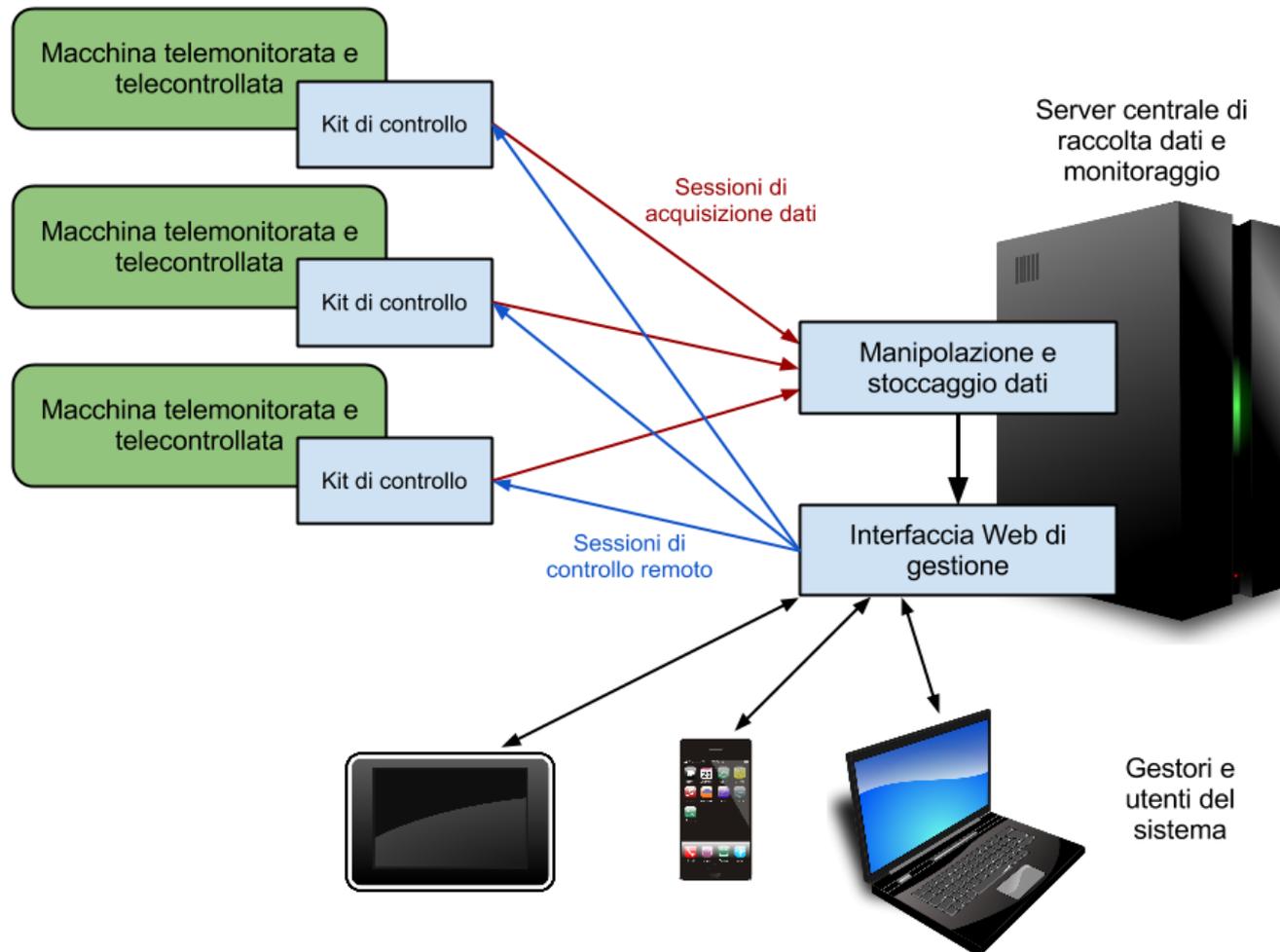
[1] S. Vaughan-Nichols, "The Mobile Web Comes of Age", IEEE Computer, Vol. 41, No. 11, pp. 15-17, 2008.

[2] M. Carrero, "Innovation for the Web 2.0 Era", IEEE Computer, Vol. 42, No 11, pp. 96-98, 2009.

[3] Z. Shelby, "Embedded Web Services", IEEE Wireless Communications, Vol. 17, No. 6, pp. 52-57, 2010.

---

# Large-scale E-maintenance



# Funzioni di assistenza remota

---

Le piattaforme di e-maintenance permettono di realizzare funzioni di assistenza remota:

- monitoraggio automatico
- autodiagnosi
- autoprognosi
- gestione remota

Le possibilità di intervenire remotamente sulle macchine consentono:

- abbattimento costi e tempi di intervento
  - ottimizzazione supply chain
  - ottimizzazione uso forza lavoro più qualificata
  - condivisione di know-how tecnico
  - adozione di nuovi processi logistici (es. installazione)
-

# Nuovi modelli di business

---

La disponibilità di uno strumento sofisticato per l'ottimizzazione dei processi di manutenzione permette l'adozione di **nuovi modelli di business**

Ad esempio, il **performance-based contracting** (o “**power by the hour**”) è una possibilità molto interessante

La servitizzazione rappresenta spesso un modo molto efficace per venire incontro alle esigenze del cliente e guadagnare un vantaggio competitivo sui concorrenti

---

# Future Evoluzioni

---

L'adozione di moderne soluzioni ICT nell'ambito di piattaforme di e-maintenance permette alcune evoluzioni future estremamente interessanti:

- fine-grained control of the production process
  - mass product customization
  - adaptive design
  - knowledge creation and preservation
  - supply chain optimization
  - integration with customer relationship management systems
-

# Conclusioni

---

Le moderne soluzioni ICT permettono di realizzare piattaforme di e-maintenance su larga scala

- abbattimento costi manutenzione e tempi intervento
- migliore servizio offerto ai clienti
- nuovi modelli di business

Nonostante i progressi, siamo ancora lontani da una piattaforma standard per il large-scale e-maintenance

Va esplorata l'integrazione di piattaforme di e-maintenance con sistemi di gestione della conoscenza

I moderni sistemi SBC pongono l'interessante riflessione su una piattaforma di controllo post-PLC

---

# Alcuni Riferimenti

---

- [1] J. Campos, "Development in the application of ICT in condition monitoring and maintenance", *Computers in Industry*, Vol. 60, No. 1, pp. 1-20, 2009.
  - [2] Holmberg, K., Adgar, A., Arnaiz, A., Jantunen, E., Mascolo, J., Mekid, S. (Eds.), "E-maintenance", Springer-Verlag, London, United Kingdom, 2010.
  - [3] R. Lazzarini, C. Stefanelli, M. Tortonesi, G. Virgilli, "E-Maintenance for Household and Similar Appliances", accepted for publication in *International Journal of Productivity and Quality Management*, Inderscience, ISSN 1746-6474.
  - [4] R. Lazzarini, C. Stefanelli, M. Tortonesi, "Large-Scale E-maintenance: A New Frontier of Management?", accepted for publication in *Proceedings of the 13th IFIP/IEEE Integrated Network Management Symposium (IM 2013) - Short papers track*, 27-31 May 2013, Ghent, Belgium.
-

---

# Domande?

---

Grazie per la cortese  
attenzione!

---