PROCESSI DI PRODUZIONE & ADVANCENCED MANUFACTURING

Prof . Francesca Parotti
francesca.parotti@isiadesign.fi.it
www.francescaparotti.it

CORSO DI INNOVAZIONE TECNOLOGICA prof. Francesca Parotti
francesca.parotti@isiadesign.it
www.francescaparotti.it

Scopo

Approfondire la conoscenza di materiali innovativi e le loro applicazioni, acquisire informazioni sull'uso di nuove tecnologie di produzione, stampaggio, assemblaggio.

Acquisira la capacità di scegliere la tecnica di lavorazione più adeguata al materiale e all'oggetto che si progetta

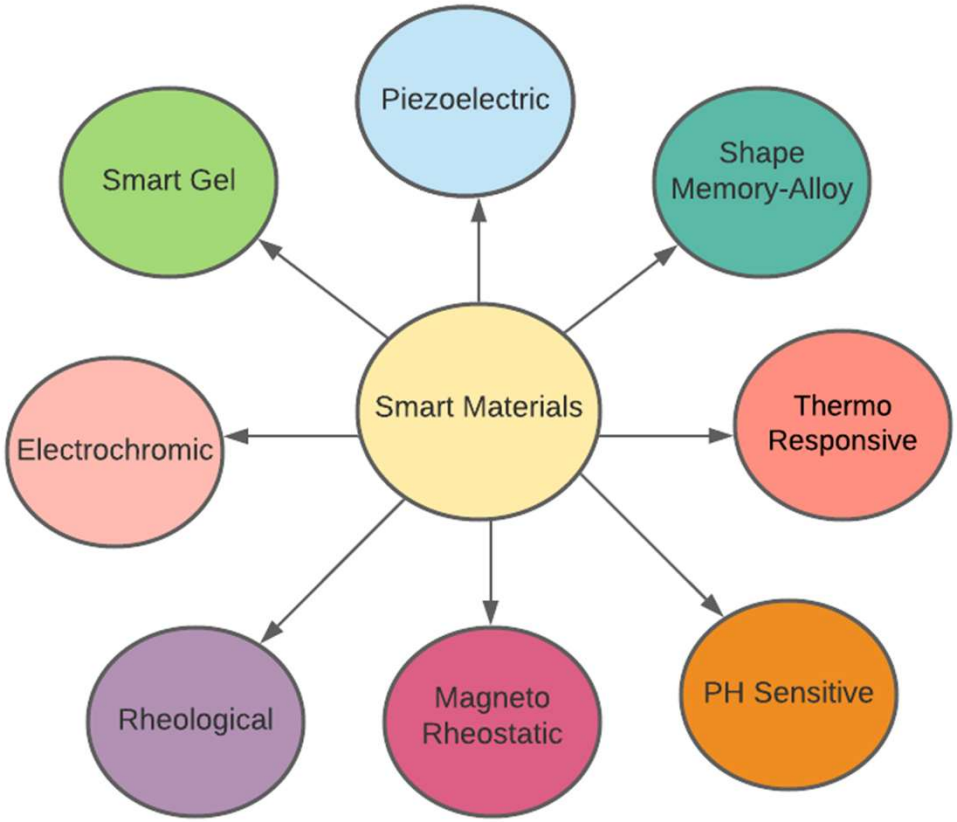
MATERIALI INTELLIGENTI o **SMART MATERIALS** [eng.]

Definizione:

I materiali intelligenti sono materiali dotati di una o più proprietà in grado di percepire e reagire in modo prevedibile e ripetibile agli stimoli provenienti dall'ambiente che li circonda (estrinseca) o di stimoli interni (intrinseca), grazie alle loro proprietà elettriche, meccaniche, acustiche, strutturali e funzionali.

La misura di questa risposta deve essere almeno uno o due ordini di grandezza superiore a quella dei materiali ordinari per classificare il materiale "intelligente".

Sono in grado di convertire l'energia tra domini diversi (meccanico, elettrico, termico, magnetico, chimico, il pH ecc).



francesca.parotti@isiadesign.it
www.francescaparotti.it

- Sono definiti Smart Materials tutti quei materiali “funzionali” che, all’applicazione di un input esterno, reagiscono con il cambiamento della struttura, composizione, funzione o forma. La caratteristica principale di questi materiali consiste nella capacità di percepire gli stimoli esterni reagendo di conseguenza adattandosi ai cambiamenti delle condizioni ambientali in modo reversibile.

- Queste proprietà speciali rendono i materiali intelligenti molto adatti per la progettazione di sensori e attuatori intelligenti che possono essere miniaturizzati più facilmente di quelli ordinari.

CORSO DI INNOVAZIONE TECNOLOGICA prof. Francesca Parotti
francesca.parotti@isiadesign.it
www.francescaparotti.it

Principali proprietà dei materiali intelligenti:

Tecniche
- meccanico
- Elettromagnetica
- termico
- acustico
- chimico
- strutturale
- funzionale
- comportamentale

Tecnologico
- Manufacturing (non molto complesso da lavorare)
- Formatura (stampo, forma, nel senso di modellazione)
- capacità di saldatura
- trattamento termico

Ambientale
- Atossico
- Non inquinante
- Possibilità di riutilizzo e riciclaggio

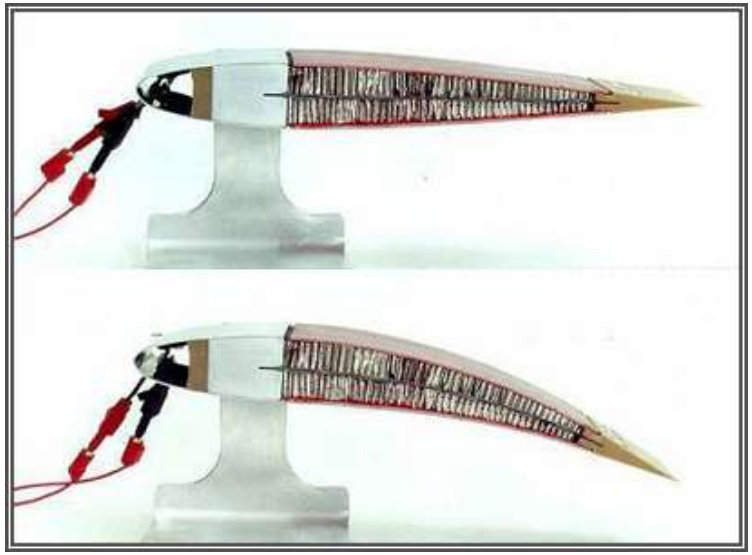
Economico
- Costo accessibile delle materie prime
- Costo di produzione competitivo
- Disponibilità (di materie prime)

francesca.parotti@isiadesign.it
www.francescaparotti.it

Un sistema di sensori intelligenti in grado di valutare una determinata situazione (ad esempio, l'aumento della temperatura sopra una soglia),
determinare se una risposta è necessaria e di agire di conseguenza utilizzando la risposta appropriata (ad esempio, flessione della leva fisica).
L' "intelligenza" di questi sistemi si basa sulle seguenti proprietà:

Self-adaptability Self-sensing
- ad un ambiente che cambia
- ad un ambiente simile
- di una nuova domanda / sconosciuto

Possesso di memoria
Capacità decisionale



CORSO DI INNOVAZIONE TECNOLOGICA prof. Francesca Parotti
francesca.parotti@isiadesign.it
www.francescaparotti.it

Strutture intelligenti sono in grado di adattarsi al mutare delle condizioni, in modo simile ai sistemi biologici. Essi sono generalmente ottenuti mediante incorporamento intelligenti sensori, attuatori e controllori a intervalli discreti all'interno di una struttura.

Caso d'uso: ammortizzatori con intelligente MR (magnetoreologico) fluido potrebbe essere utile in futuro per la costruzione di edifici antisismici. Il fluido MR cambia viscosità quando soggetto ad un campo magnetico. Questa proprietà consente di progettare strutture intelligenti o per migliorare esistenti non antisismici le strutture che si rafforzano in caso di terremoto.

SMART Materials

Leghe a memoria di forma

Materiali in lega metallica in grado di ritornare alla loro forma iniziale dopo deformazione quando riscaldato.

Polimeri elettroattivi

Polimeri mostrano una variazione di forma in risposta a una tensione applicata ad essi.
(Fino al 380% ceppo è stato osservato in alcuni esperimenti ...)

Materiali piezoelettrici

Materiali attraverso cui una corrente elettrica quando una tensione meccanica o compressione viene applicata ad essi.

Materiali elettrostrittivo e magnetostrittivo

Materiali (dielettrico o ferromagnetico) cambiare la loro dimensione quando un campo elettrico o magnetico viene applicato a loro.

Fluidi elettroreologici e Magnetoreologico / solidi

Materiali che reagiscono ad un campo elettrico o magnetico applicato con un cambiamento di viscosità o altre proprietà.

Termocromici e fotocromatica

I materiali che cambiano colore quando è soggetto a variazioni di temperatura o l'illuminazione.

pH-sensibili Polymers

Modificare le proprietà fisiche (ad esempio, essi collassare o rigonfiare) quando il valore pH dell'ambiente circostante.

Materiali Halocromici

Materiali diffusi (ad esempio vernici), che cambiano il loro colore quando l'acidità dei cambiamenti dell'ambiente circostante.

Materiali fotomeccanico

Cambiare forma sotto esposizione alla luce.

Self-healing materiali

Materiali dotato di auto-riparazione proprietà per uso ordinario. Queste proprietà risultare in un tempo di vita estesa per tali materiali.

Tessuti intelligenti

Sperimentale tattile materiale intelligente, che potrebbe essere utilizzato per progettare innovative interfacce uomo-computer.

SONO CLASSIFICATI IN BASE AL TIPO DI STIMOLO O AL TIPO DI REAZIONE REVERSIBILE CONSEGUENTE. I MATERIALI SONO SENSIBILI AGLI STIMOLI ESTERNI INDOTTI.

Materiali che cambiano colore Cristalli liquidi, Elettrocromici, Fotocromici, Termocromici

Materiali che cambiano forma Ferrofluidi, Elettroreologici ,Magnetostrittivi, Polimeri a cambiamento di fase, Smart gel

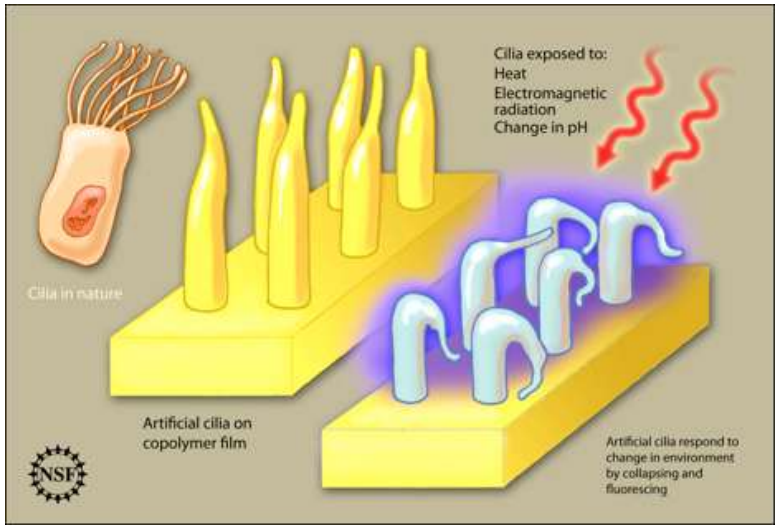
Materiali che cambiano la temperatura PTF ,Termoelttrici

Materiali che convertono la luce Fotoelettrici, Fotovoltaici

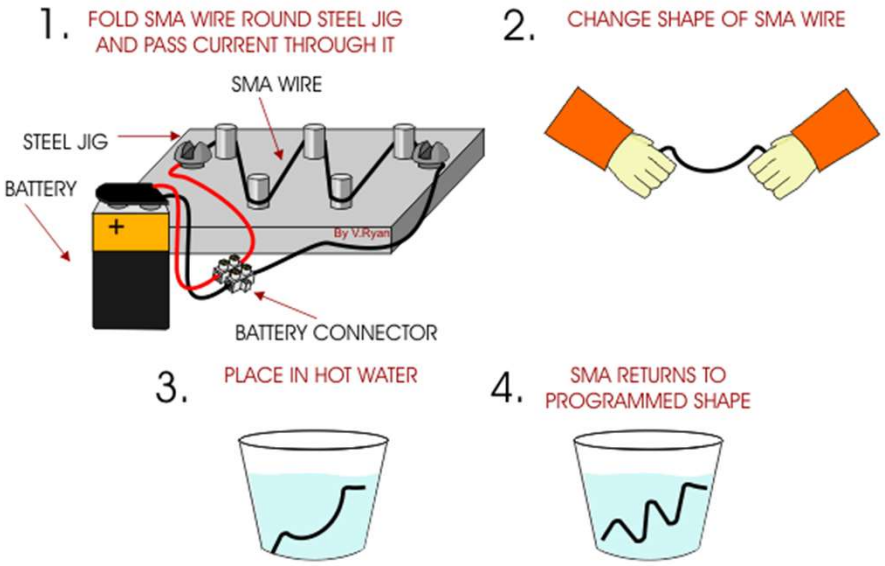
Materiali che emettono la luce Elettroluminescenti ,Fluorescenti ,Fosforescenti, Laser, Led, Oled, Plasma,Fibre ottiche

Materiali che si muovono Elettroattivi ,Elettrostrittivi ,Leghe a memoria di forma,Piezoelttrici Polimeri a memoria di forma , Polimeri conduttivi




Cilia exposed to:
Heat
Electromagnetic radiation
Change in pH
Cilia in nature
Artificial cilia on copolymer film
NSF
Artificial cilia respond to change in environment by collapsing and fluorescing

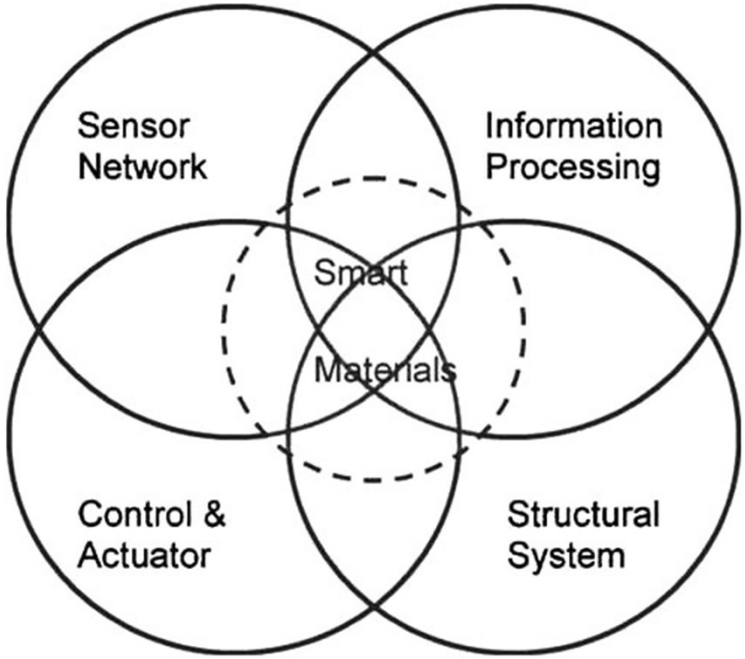

A SHOWER RUG THAT TURNS RED WHEN WET. BEST WAY TO SCARE THE HELL OUT OF YOUR VISITORS.


1. FOLD SMA WIRE ROUND STEEL JIG AND PASS CURRENT THROUGH IT
2. CHANGE SHAPE OF SMA WIRE
SMA WIRE
STEEL JIG
BATTERY
+
By V.Ryan
BATTERY CONNECTOR
3. PLACE IN HOT WATER
4. SMA RETURNS TO PROGRAMMED SHAPE

Smart MEMS (smart Micro Electro-Mechanical Systems)

Smart MEMS intelligente sono miniaturizzati sensori, attuatori e circuiti di controllo che sfruttano le funzionalità di materiali intelligenti per l'integrazione di funzioni in un micrometro in scala del dispositivo. Questi sistemi spesso fanno uso di micro-unità di alimentazione, micro-relè, micro-antenne, diaframmi o travi a sbalzo.
Possibili problemi per questo tipo di dispositivi derivano dalle difficoltà di modellazione e gli effetti di scala.

1. Sensori per l'acquisizione del segnale
2. Elementi che trasmettono le informazioni all'unità di comando e controllo
3. Unità di comando e controllo che prendono decisioni e danno istruzioni in base alle informazioni disponibili
4. Componenti che trasmettono decisioni e istruzioni
5. Attuatori che eseguono o attivano l'azione richiesta



I Materiali intelligenti possono essere vale la pena utilizzare in alcune applicazioni di robotica, in quanto in grado di soddisfare i seguenti requisiti:

leggero
miniaturizzazione
Integrazione di sensing e funzioni attuatore
Più rigido / flessibile - Applicazione specifica
manovrabilità maggiore
Facile da controllare
Può essere più economico rispetto ad altre soluzioni più tradizionali

Altri requisiti fondamentali per un attuatore robotico sono:

Grande forza di azionamento
Grande sforzo recuperabile
Alta densità energetica
Cedimento elevato

I due materiali intelligenti che meglio si adattano a questi requisiti sono SMA e EAP.
EAP hanno una maggiore frequenza operativa e di efficienza, e un ceppo più recuperabile, mentre SMA fornisce una maggiore forza di azionamento.

CORSO DI INNOVAZIONE TECNOLOGICA prof. Francesca Parotti
francesca.parotti@isiadesign.it
www.francescaparotti.it

Si realizzano i dispositivi costituiti dai sensori e dagli attuatori in grado di percepire gli stimoli esterni e di reagire in modo automatico con comportamenti adattativi dai semplici materiali funzionali.









francesca.parotti@isiadesign.it
www.francescaparotti.it

I dispositivi intelligenti sono classificati in base alla funzione che svolgono (attuatore) o alla caratteristica che rilevano (sensore).

Gli attuatori sono un tipo specifico di trasduttore che trasforma uno stimolo esterno in input in un movimento controllato e predeterminato. Un attuatore è un dispositivo attraverso cui un agente intelligente artificiale, è in grado di interagire con l'ambiente eseguendo in modo automatico azioni e moti. Il processo di miniaturizzazione permette oggi di realizzare gli innovativi MEMS (Micro Sistemi Elettromeccanici) integrati a scala altamente miniaturizzata.

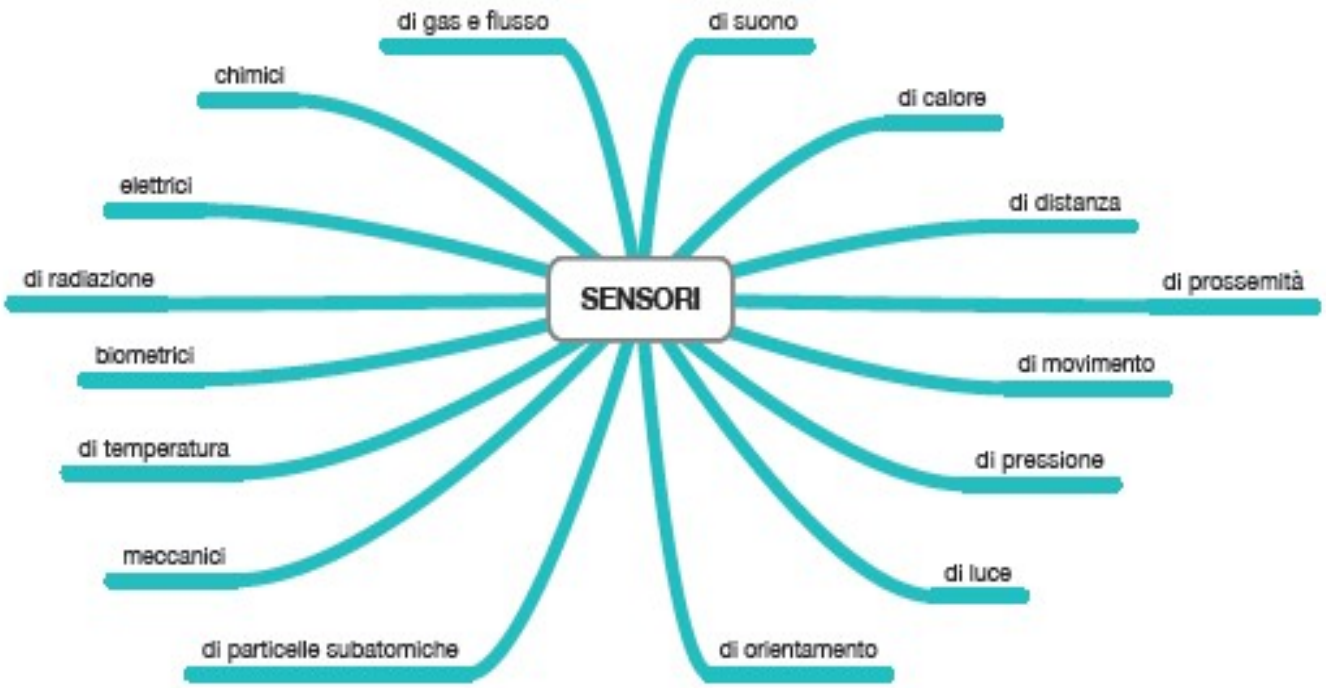
francesca.parotti@isiadesign.it
www.francescaparotti.it

- Un sensore è un particolare tipo di trasduttore, ovvero un dispositivo che trasforma la grandezza fisica che si vuole valutare in un segnale di natura diversa per essere misurato e memorizzato elettronicamente.

Il dispositivo percepisce una condizione fisica e i suoi cambiamenti nel tempo, fornendo informazioni dirette dei dati tramite un convertitore analogico-digitale, in modo tale che il valore rilevato possa essere interpretato facilmente. I sensori misurano i fenomeni meccanici, termici, biologici, ottici e magnetici.

CORSO DI INNOVAZIONE TECNOLOGICA prof. Francesca Parotti

francesca.parotti@isiadesign.it
www.francescaparotti.it



CORSO DI INNOVAZIONE TECNOLOGICA prof. Francesca Parotti
francesca.parotti@isiadesign.it
www.francescaparotti.it

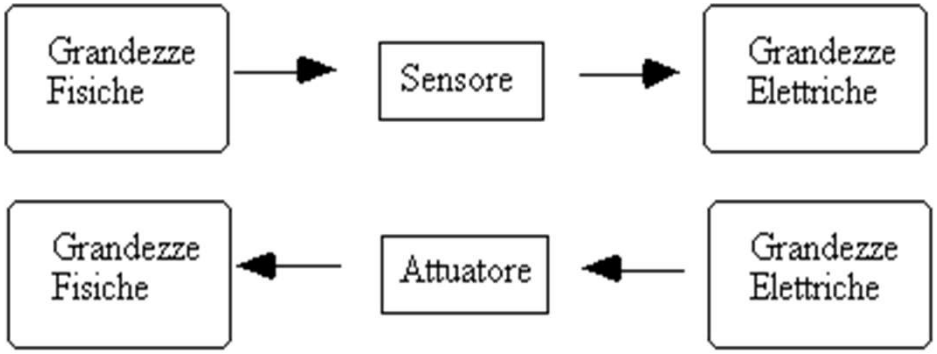


Tipologie di trasduttori

Affinché l'elettronica possa ricevere un segnale leggibile, è indispensabile che il trasduttore converta la grandezza fisica in un segnale elettrico. Per avere flessibilità, l'industria ha determinato segnali normalizzati che possono essere letti da molti misuratori.

Grandezze misurabili	Trasduttori	Grandezze di uscita
Temperatura	Termocoppie Resistenze al platino(RTD), termistori (PTC, NTC) Trasduttori a semicondutture	Tensione Variazione di resistenza Corrente (tensione)
Forza- Pressione	Potenziometri, estensimetri (strain gauge) Trasduttori capacitivi Trasduttori piezoelettrici	Variazione di resistenza Variazione di capacità Tensione
Posizione, livello, volume	Potenziometri, estensimetri	Variazione di resistenza
Spostamento	Trasduttori capacitivi Trasformatori differenziali, Syncro Trasduttori induttivi Trasduttori ad effetto Hall Trasduttori ottici digitali (encoder incrementale) Fotodiodi, fototransistori	Variazione di capacità Tensione Variazione di induttanza Tensione Numero di impulsi Corrente(tensione)
Velocità	Dinamo tachimetrica Trasduttore ottico digitale (encoder assoluto)	Tensione Frequenza di impulsi
Intensità luminosa	Fotodiodi, fototransistori Fotoresistenze Celle fotovoltaiche	Corrente(tensione) Variazione di resistenza Tensione

francesca.parotti@isiadesign.it
www.francescaparotti.it



L'uso di un segnale normalizzato analogico consente, nella stessa entrata analogica di un indicatore digitale, collegare trasduttori di qualsiasi grandezza. L'indicatore digitale deve essere solo scalato. Questo vuol dire che gli si deve indicare che il valore che estrae il trasduttore come grandezza elettrica corrisponde al valore della grandezza fisica.

francesca.parotti@isiadesign.it
www.francescaparotti.it

- Questi sono indispensabili per realizzare i più complessi sistemi intelligenti, in grado di svolgere specifiche esigenze funzionali in base al contesto ambientale e alle condizioni di esercizio.
- Gli attuatori permettono quindi di modificare alcune proprietà del materiale stesso ottenendo adattamenti automatici e controllati.
- I dispositivi sono integrati, a livello micro, in oggetti interattivi e multifunzionali nelle superfici sensibili e interattive.

I PARAMETRI DI UN SENSORE

Permettono di fornire un giudizio sulla bontà di un trasduttore, solitamente sono fornite dai costruttori nei loro data sheets (dati tecnici).

Range di impiego, campo di lavoro o portata: E' il campo ottimale entro il quale è garantito il corretto funzionamento del trasduttore.

Sensibilità (sensivity): La sensibilità S del sensore è il rapporto fra la variazione della grandezza d'uscita ΔU e quella dell'ingresso ΔI che l'ha determinata.

$S = \Delta U/\Delta I$

Linearità : La linearità (o più precisamente *errore di non linearità*) è il parametro che misura l'errore fra la retta che meglio approssima la caratteristica del trasduttore e la caratteristica reale del trasduttore stesso.

L'errore di non linearità: indica lo scarto massimo fra la curva di trasferimento reale e la retta che la intrappola, esprime la deviazione massima ΔU_M tra retta e la caratteristica reale.

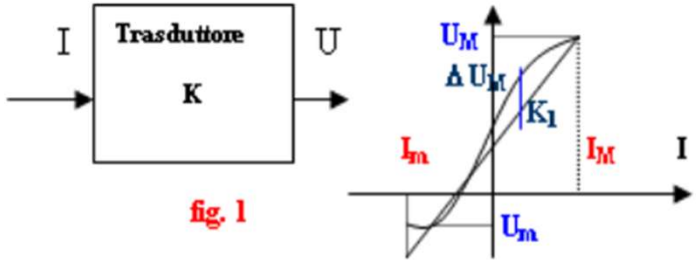


fig. 1

la curva è la caratteristica reale, la retta con pendenza K_1 è quella che si approssima alla curva reale

$$\Delta U_M\,\% = \frac{100 \cdot \Delta U_M}{(U_M - U_m)}$$

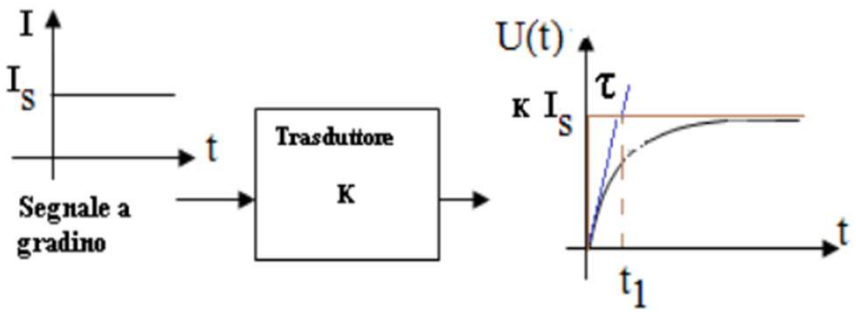
In pratica, più l'errore di non linearità è basso, più la caratteristica ingresso-uscita del sensore è lineare, ovvero ha la forma di una retta. Se un sensore ha una linearità elevata, è piuttosto semplice ricavare il valore della grandezza misurata a partire dal valore dell'uscita. Viceversa per sensori non lineari può essere complicato ottenere tale valore, poiché la relazione che lega l'ingresso con l'uscita non è semplice.

Accuratezza: E' il massimo scostamento tra la misura fornita dal sensore ed il valore vero della grandezza fisica misurata. In contraddizione con il nome assegnatogli, si tratta quindi di un parametro che implica una misura migliore quanto più esso è basso (in pratica fornisce una valutazione dell'errore di misura). Viene solitamente espresso come percentuale del campo di misura.

Risoluzione: E' la minima variazione della grandezza d'ingresso I in grado di provocare una variazione percettibile su quella d'uscita U oppure è la piccola variazione della grandezza di ingresso che può essere rilevata dal sensore. Un buon trasduttore presenta una risoluzione molto bassa.

Velocità di risposta: E' una caratteristica dinamica del sensore, rappresenta il tempo impiegato dal trasduttore ad adeguare il segnale d'uscita ad una variazione brusca della grandezza d'ingresso. Questa verifica, viene effettuata in laboratorio attraverso un segnale a gradino.

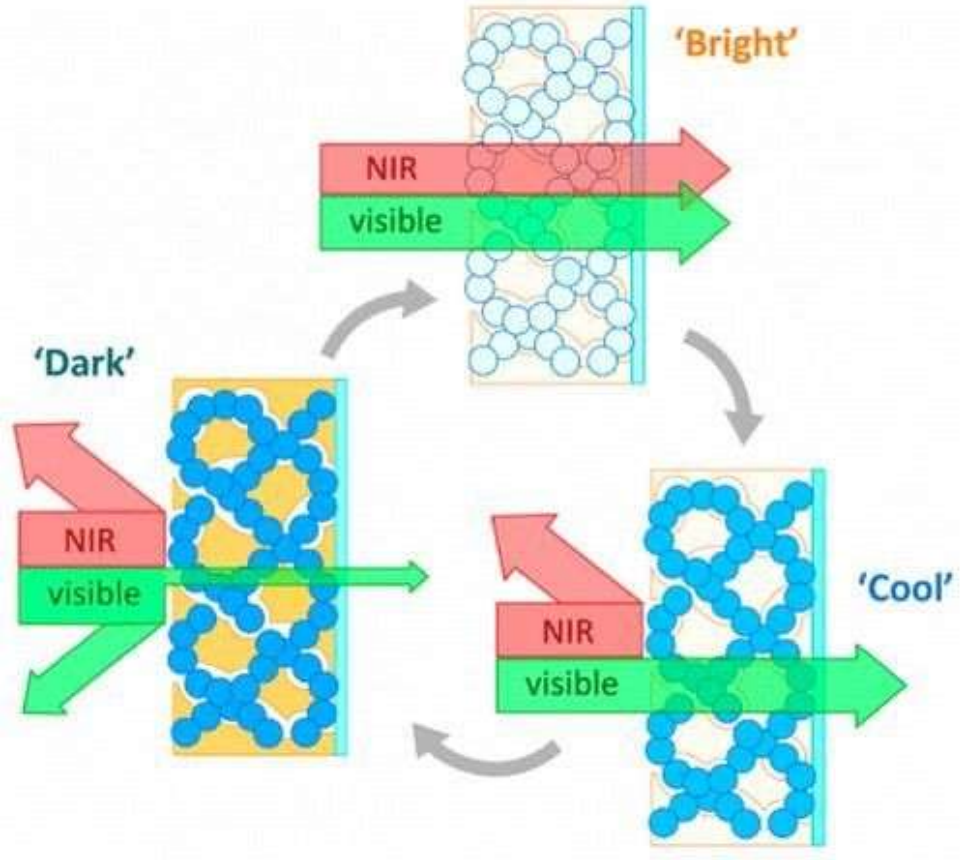
K: è il guadagno o costante di trasduzione, viene anche definita come la funzione di trasferimento (rapporto fra uscita e ingresso).
τ: costante di tempo (fornita dal costruttore)
In genere, il tempo di risposta per raggiungere il valore costante a regime è: 5 o 6 τ.



Vetro elettrocromico

In questa tipologia di vetri si ha una diminuzione della trasmissione luminosa grazie all'applicazione di una tensione a basso voltaggio. Quest'ultima, infatti, causa una reazione chimica che dà origine alla colorazione grigia fino al completo oscuramento. In ogni caso l'elettricità viene sfruttata solamente nelle fasi di transizione. Si utilizza perciò nel passaggio dallo stato trasparente a quello oscurato e viceversa.

Vetri capaci di bloccare la luce visibile, la prima luce infrarossa (ad onda molto corta; NIR o near-infrared radiation) od entrambe.
Per ottenere questo tipo di comportamento fu sfruttata l'interazione di due materiali altamente conduttivi: i nano cristalli di ossido di indio e stagno e una matrice vetrosa di ossido di niobio.
Il materiale così ideato fu detto elettrocromico perché in grado di trasmettere o bloccare la radizione luminosa sulla base del potenziale elettrico applicato.



francesca.parotti@isiadesign.it
www.francescaparotti.it

Per esempio, le lenti fotocromatiche per occhiali sono state progettate utilizzando filtri fotocromici che reagiscono automaticamente in base alla quantità di raggi UV, per cui in condizione di luce diretta si oscurano gradualmente, tornando allo stadio iniziale di trasparenza con scarsa luminosità.





francesca.parotti@isiadesign.it
www.francescaparotti.it

Negli gli edifici, si configurano in tal modo veri e propri ambienti sensibili, interattivi e comunicativi (interactive architecture).

Un esempio è la Galleria Hall West Shopping Centre nella zona ovest di Seoul, progettata nel 2003 da Ben Van Berkel dello studio UN.

La facciata di questo edificio è costituita da 4330 dischi di vetro del diametro di 85 cm, montati su una struttura metallica fissata direttamente alle pareti esistenti.

I dischi sono trattati con un film dicroico iridescente che crea cambiamenti costanti nella percezione visiva della superficie. Ogni elemento integra un sistema di illuminazione realizzato con moduli Led RGB.

Affinchè funzioni, il sistema è integrato con sensori ambientali che registrano le variazioni dei parametri

francesca.parotti@isiadesign.it
www.francescaparotti.it

Il principio caratterizzante e comune a tutti i materiali smart è che ogni input genera un output quindi, ad ogni stimolo, che sia esso ambientale o indotto, segue una risposta con una reazione reversibile e un comportameto adattativo.

Settori di applicazione

Sono integrati nei dispositivi, e nelle strutture

rigurdano i campi della medicina, bioingegneria e biotecnologia, dei trasporti, delle telecomunicazioni, degli sport agonistici e delle attività in condizioni estreme. La diffusione sempre maggiore dei dispositivi e dei sitemi smart in oggetti di uso comune e in molte attività quotidiane, sta configurando una nuova realtà artificiale in cui il design assume i materiali intelligenti come elementi di un nuovo linguaggio progettuale.

francesca.parotti@isiadesign.it
www.francescaparotti.it

I materiali piezoelettrici

sono quelli che producono tensione elettrica quando subiscono una forza, tipicamente un urto.

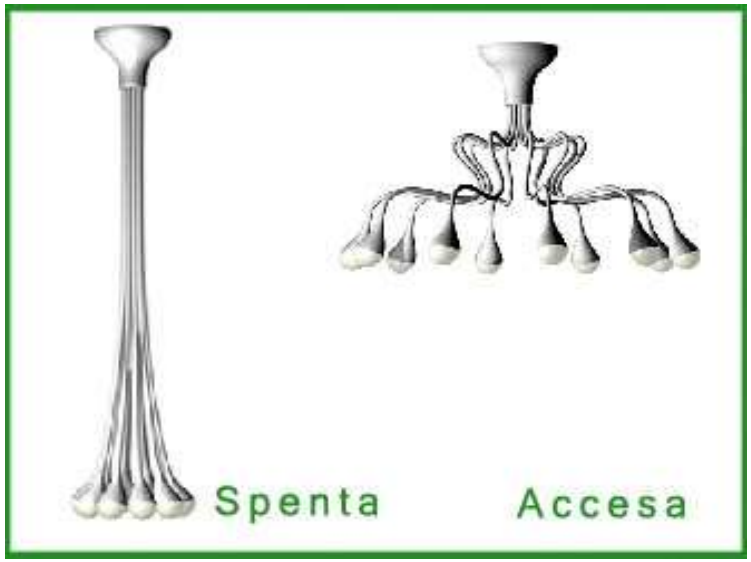
Poiché questo effetto agisce anche al contrario, ossia generano degli urti se sottoposti a corrente, sono usati per produrre delle componenti meccaniche che si espandano o contraggano se sottoposte a una tensione.



francesca.parotti@isiadesign.it
www.francescaparotti.it

A memoria di forma

sono le leghe e i polimeri a materiali che possono essere deformati in maniera controllata dal calore. In particolare, quando sono stati piegati da forze possono ritornare a una certa forma memorizzata se scaldati.



la **lampada V/a.g.r.a.** è un esempio di progettazione dell'architetto-designer **Romolo Stanco**

francesca.parotti@isiadesign.it
www.francescaparotti.it

I materiali magnetostrittivi

Sono gli analoghi magnetici dei **piezoelettrici**

possono cambiare la forma se sottoposti a un campo magnetico e, viceversa, possono generare campi magnetici se sottoposti a stress meccanico.

