



“Perchè non parli ?”

Corso teorico-pratico su :

Web

Bluetooth

Wi-Fi



ARDUINO IS AN OPEN-SOURCE ELECTRONICS PROTOTYPING PLATFORM BASED ON FLEXIBLE, EASY-TO-USE HARDWARE AND SOFTWARE. IT'S INTENDED FOR ARTISTS, DESIGNERS, HOBBYISTS AND ANYONE INTERESTED IN CREATING INTERACTIVE OBJECTS OR ENVIRONMENTS.

www.arduino.cc

“the Internet of Things”

le basi per la comunicazione fra
COSE sul WEB

digital world

3G
social media

mobile solutions



aprile-maggio 2014, 12 ore
Dipartimento DIIES – UniRC www.diies.unirc.it

Info: diies@unirc.it
Info: prof. _____

- Perchè noi siamo qui (1)
- Perchè noi siamo qui (2)
- Perchè voi siete qui



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Computer Networks

journal homepage: www.elsevier.com/locate/comnet



The Internet of Things: A survey

Luigi Atzori^a, Antonio Iera^b, Giacomo Morabito^{c,*}

^a DIEE, University of Cagliari, Italy

^b University "Mediterranea" of Reggio Calabria, Italy

^c University of Catania, Italy

ARTICLE INFO

Article history:

Received 10 December 2009

Received in revised form 27 April 2010

Accepted 14 May 2010

Available online 1 June 2010

Responsible Editor: E. Ekici

Keywords:

Internet of Things

Pervasive computing

ABSTRACT

This paper addresses the Internet of Things. Main enabling factor of this promising paradigm is the integration of several technologies and communications solutions. Identification and tracking technologies, wired and wireless sensor and actuator networks, enhanced communication protocols (shared with the Next Generation Internet), and distributed intelligence for smart objects are just the most relevant. As one can easily imagine, any serious contribution to the advance of the Internet of Things must necessarily be the result of synergetic activities conducted in different fields of knowledge, such as telecommunications, informatics, electronics and social science. In such a complex scenario, this survey is directed to those who want to approach this complex discipline and contribute



Contents lists available at ScienceDirect

Sensors and Actuators A: Physical

journal homepage: www.elsevier.com/locate/sna



CMOS wireless temperature sensor with integrated radiating element

Fabio Zito*, Fabio Aquilino, Letizia Fragomeni, Massimo Merenda, Francesco G. Della Corte

DIMET, Department of Information Science, Mathematics, Electronics and Transportations, "Mediterranea" University of Reggio Calabria, Via Graziella, Località Feo di Vito, 89060 Reggio Calabria, Italy

ARTICLE INFO

Article history:

Received 27 March 2009

Received in revised form 3 December 2009

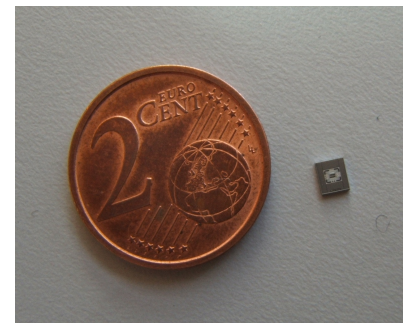
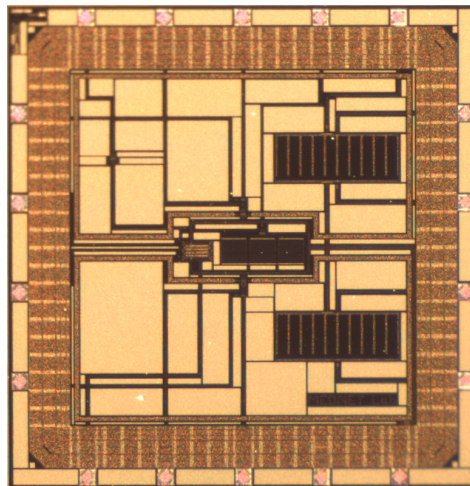
Accepted 17 December 2009

Available online 28 December 2009

Keywords:

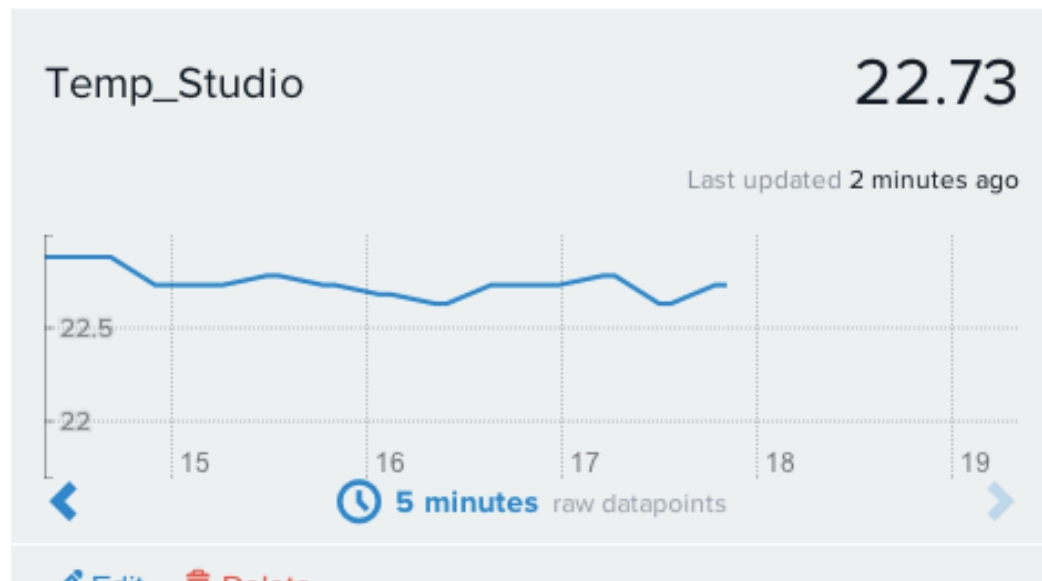
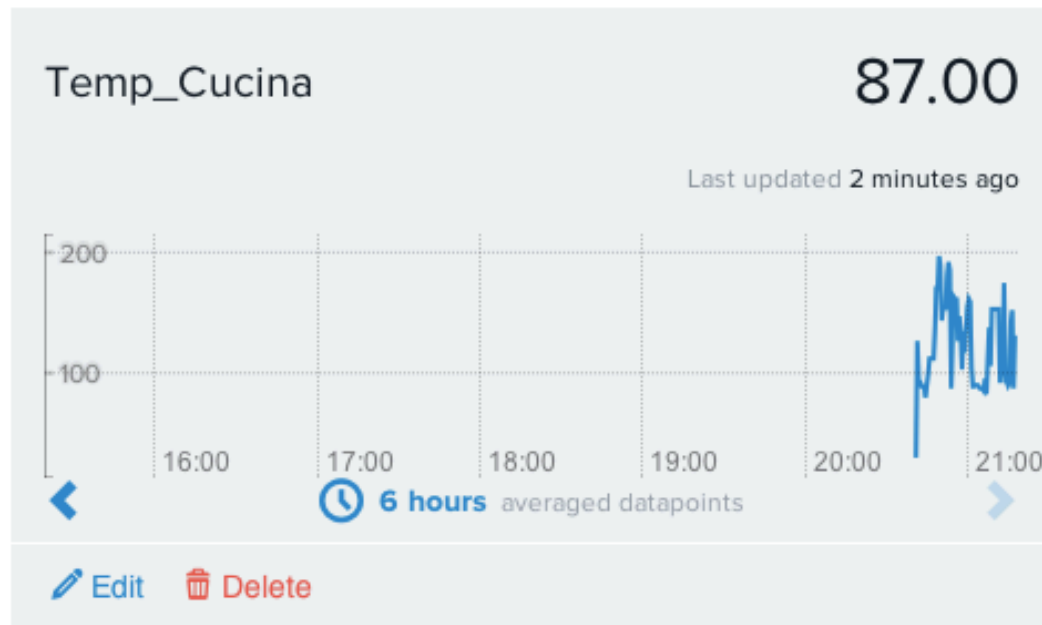
ABSTRACT

A novel fully integrated wireless temperature sensor realised in 0.35 μm CMOS technology, operating at 2.4 GHz, is presented. The realised chip emits an electromagnetic field at regular time instants, set by an on-board digital control circuit. The high frequency oscillator is a simple three-stag ring oscillator. The signal is transmitted by a small on-chip loop antenna structure. This ring oscillator with the on-chip antenna represent a building block of a wireless temperature sensor, which transforms the silicon substrate temperature variation into a frequency modulation. To easily recover the frequency-vs.-temperature information, the electronic design of the ring oscillator has been carefully tuned to get



Channels Last updated 2 minutes ago

 Graphs



Request Log

200 PUT feed

200 PUT feed

200 PUT feed

200 PUT feed

200 GET feed

API Keys

Auto-generated test_lo
1739555418

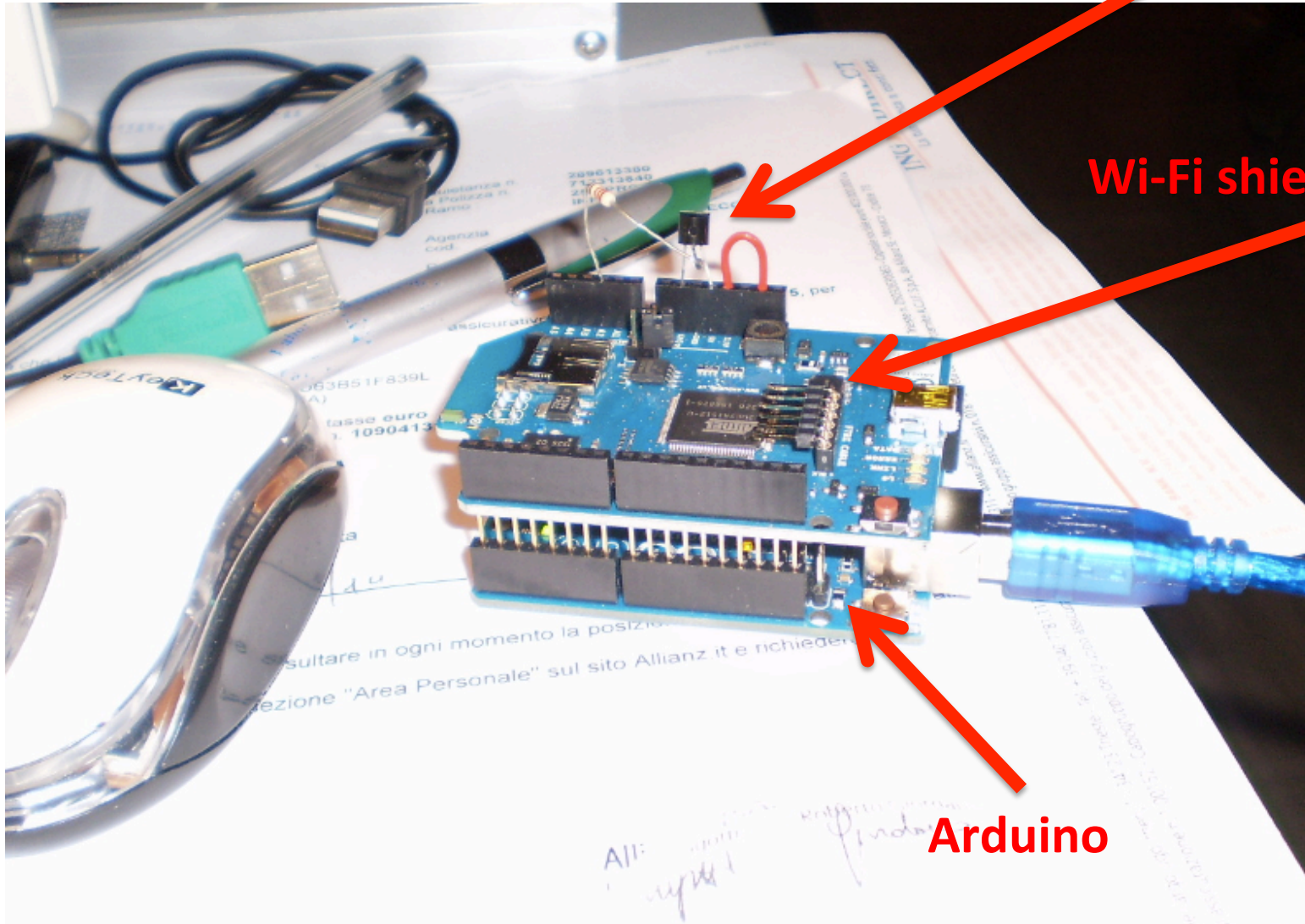
L9KLhWq3sKJQZZ5Xm1n2rBL5
permissions READ,UPDATE,CRE
private access

Triggers

Sensore di temperatura

Wi-Fi shield

Arduino





15:30, the washer just started in **Air Cleaning Mode**.

It will take 1 hour and 10 minutes, 15:40, completion time.

LG HomeChat

READ 8:30AM We will be going on a trip for 3 days.

LG HomeChat Have a nice trip. 8:30AM

LG HomeChat I am going to miss you! 8:30AM

LG HomeChat Switch to Vacation Mode? 8:30AM

READ 8:31PM

OK!

LG HomeChat Initiating Smart Power Saving Mode. 8:31AM

+ : [input field] [call icon]



LG HomeChat

Close Cleaning Mode will begin 1 hour from now. I will alert you at the designated time.

LG HomeChat

Clean rooms before you return home?

Yes, master!

7 maggio

- introduzione
 - cenni su circuiti logici e microprocessori
 - sensori di temperatura e luminosità
 - Arduino basics (ingressi, uscite, caricamento del codice)
 - concetti di base su IoT
-

14 maggio

- uso di Arduino per la lettura di sensori
- uso di Arduino per l'attivazione di una risposta in conseguenza del verificarsi di un evento
- descrizione dei protocolli per le comunicazioni a corto e lungo raggio sia per applicazioni generiche (xbee, wi-fi, 2.5G/3G) che specifiche (Tetra/Canbus).
- presentazione relativi shield per Arduino.
- l'interfaccia di rete come modem e comunicazione tramite interfaccia seriale.

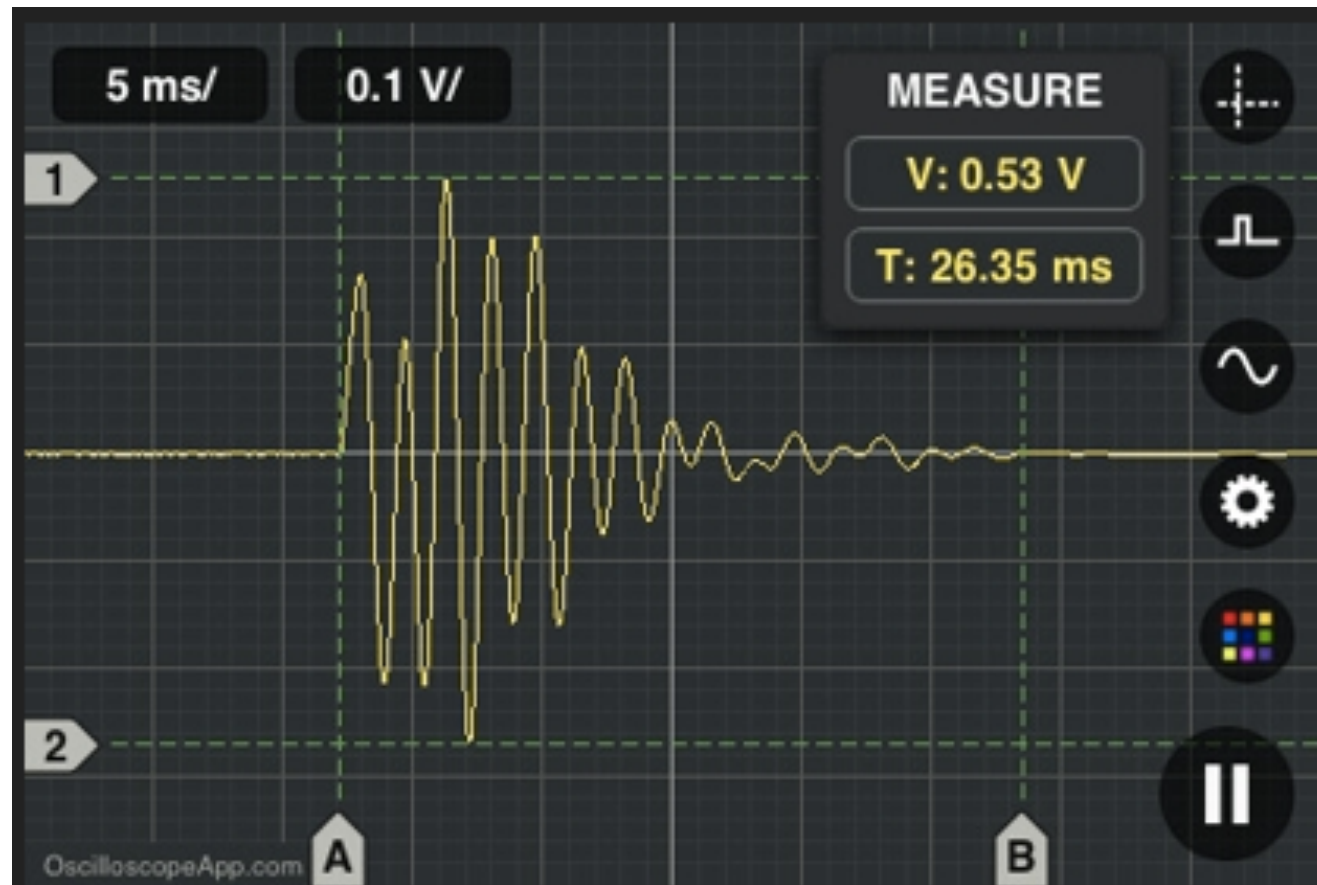
21 maggio

- uso di Arduino per la trasmissione e ricezione wireless di informazioni
- il modem 2.5 G 3G. Interfacciamento con il modem tramite Minico o Hyper terminal
- gli AT-command; invio e ricezione di sms

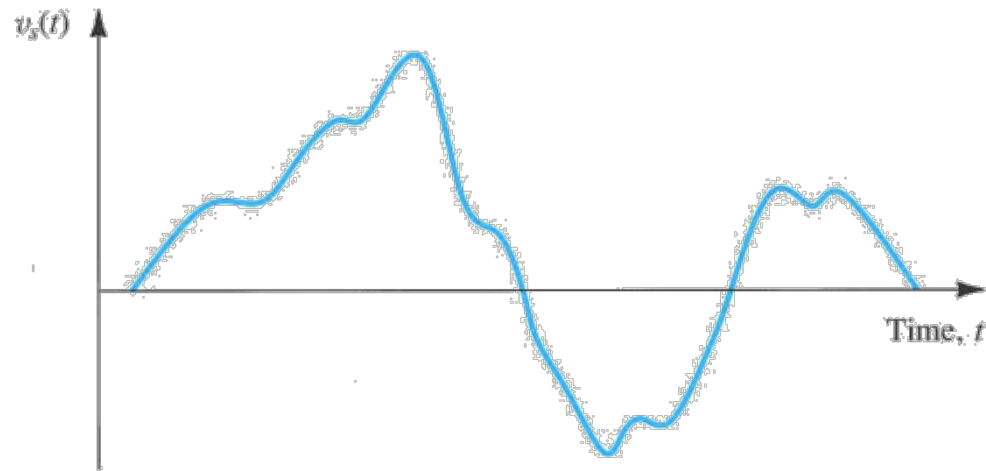
28 maggio

- Arduino controllato dal cellulare, interrogazioni e comandi via sms
- richiesta misura temperatura, richiesta accensione led
- approfondimenti sull'hardware

I segnali elettrici

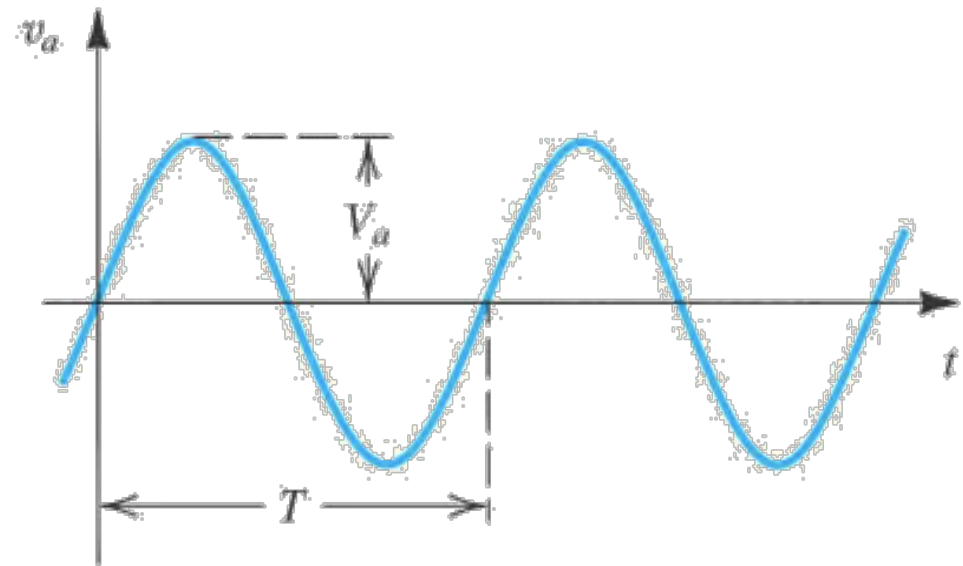


segnale: grandezza elettrica (\mathbf{v}, \mathbf{i}) le cui caratteristiche cambiano nel tempo. Alle variazioni nel tempo è associata una *informazione*.

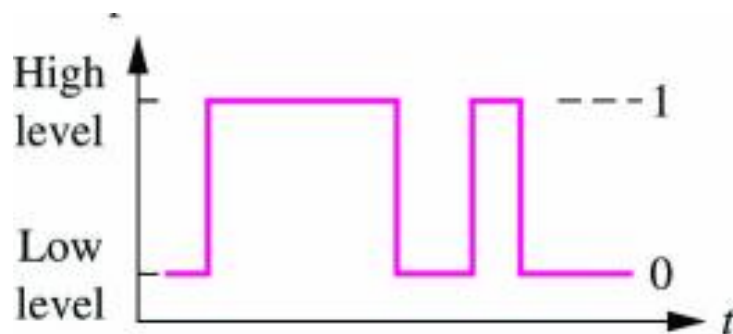
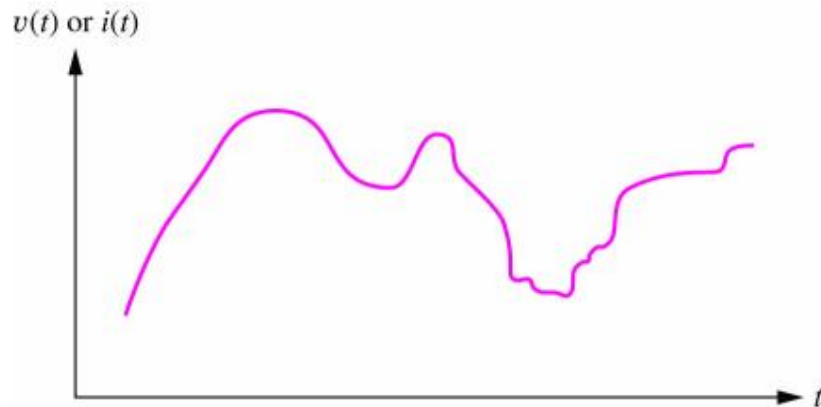


Un segnale le cui caratteristiche non cambiano nel tempo non trasporta informazioni [p. es.: un segnale sinusoidale con ampiezza e frequenza costanti)

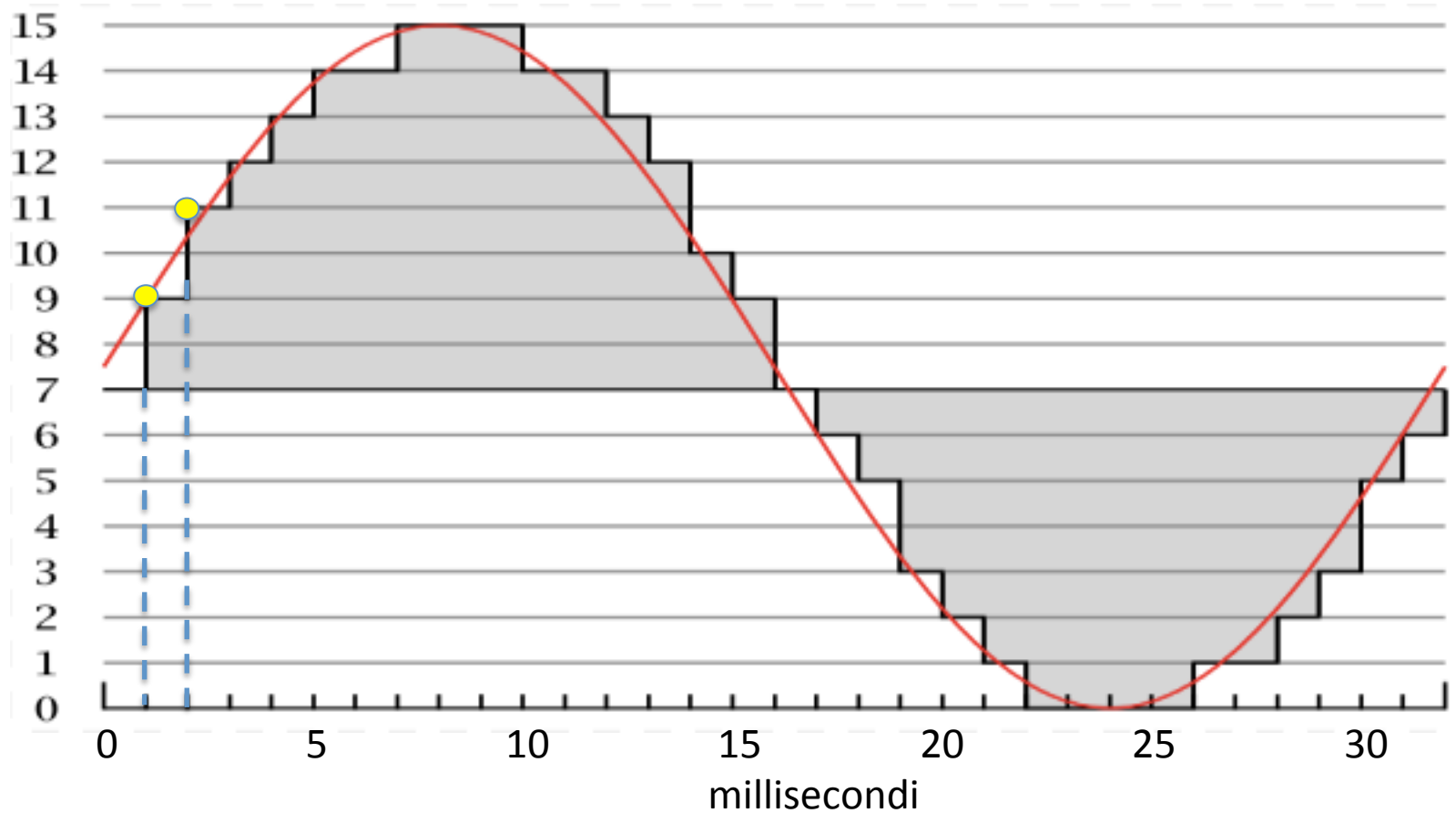
Se invece $V_a(t)$, oppure la frequenza possono cambiare nel tempo, allora si può avere trasporto di informazione (modulazione di ampiezza, di frequenza, di fase)



segnali analogici e segnali digitali



- I segnali analogici possono assumere qualunque valore in un dato intervallo
- I segnali digitali assumono livelli **discreti**. Solitamente si utilizzano segnali binari (solo due livelli)
- Un livello è definito “**0 logico**”, mentre l’altro è definito “**1 logico**”

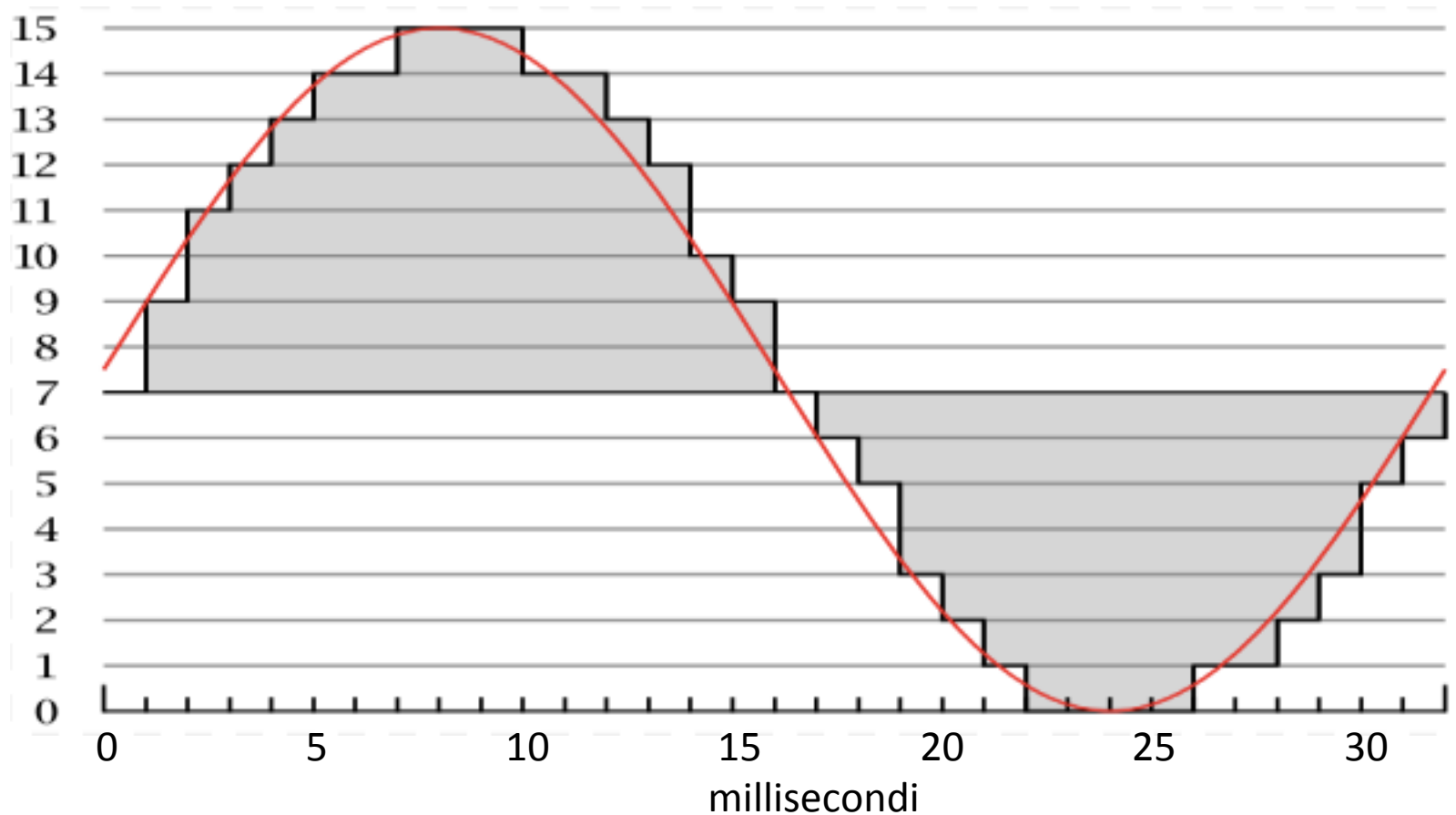


Attraverso l'operazione di **campionamento**, un segnale analogico può essere convertito in un segnale digitale, cioè con valori approssimati a valori prefissati

(1 ms, 9) (2 ms, 11) (3ms, 12) (4ms, 13)

I valori *discreti* delle ampiezze possono poi essere convertiti in numeri binari:

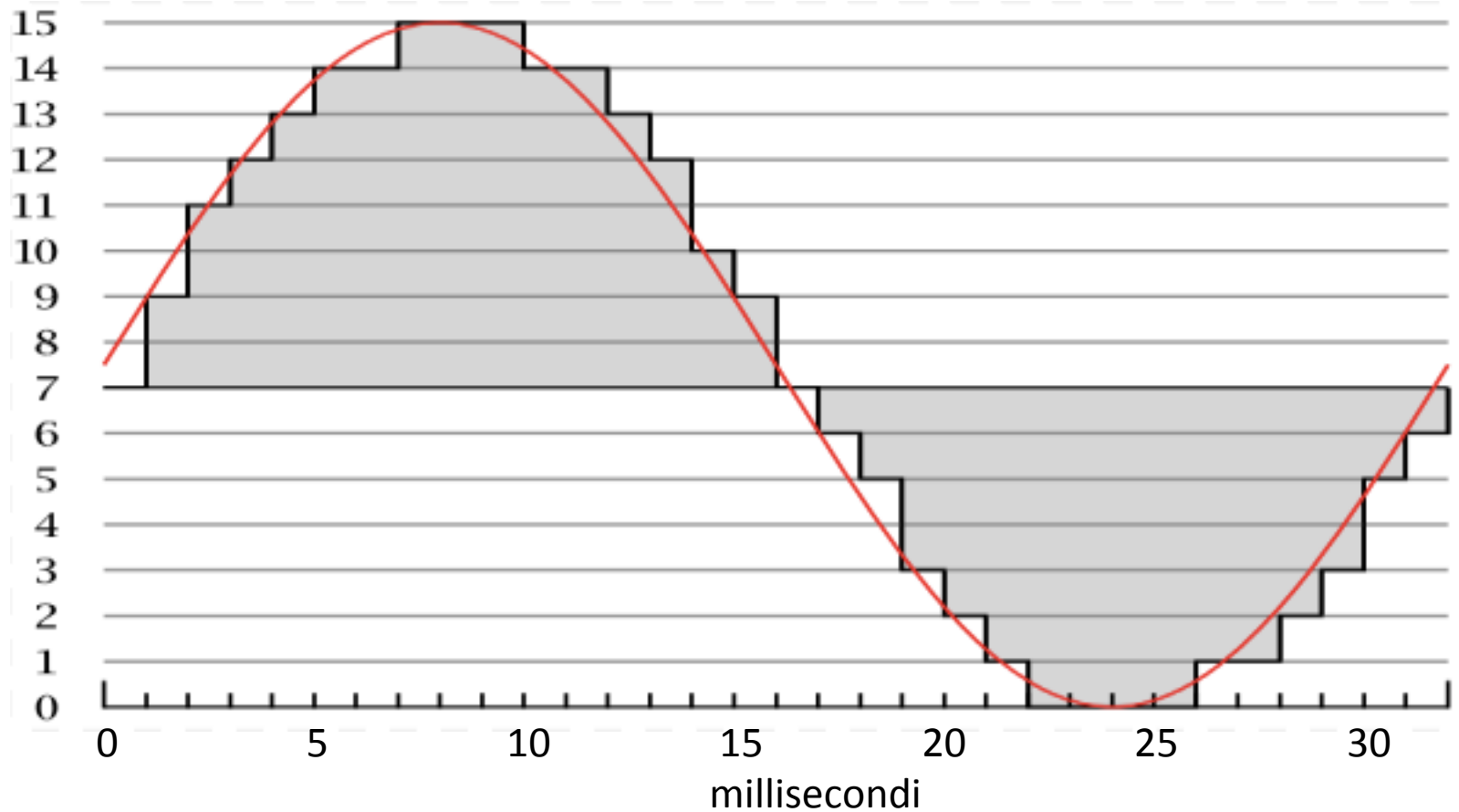
Valore del segnale	Valore espresso in codice binario			
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	0
6	0	1	1	1
7	0	1	1	0
8	1	0	0	1
9	1	0	0	0
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
12	1	1	0	0
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
15	1	1	1	1



Attraverso l'operazione di **campionamento**, un segnale analogico può essere convertito in un segnale digitale, , cioè con valori approssimati a valori prefissati

Covertendo l'ampiezza nel corrispondente numero binario:

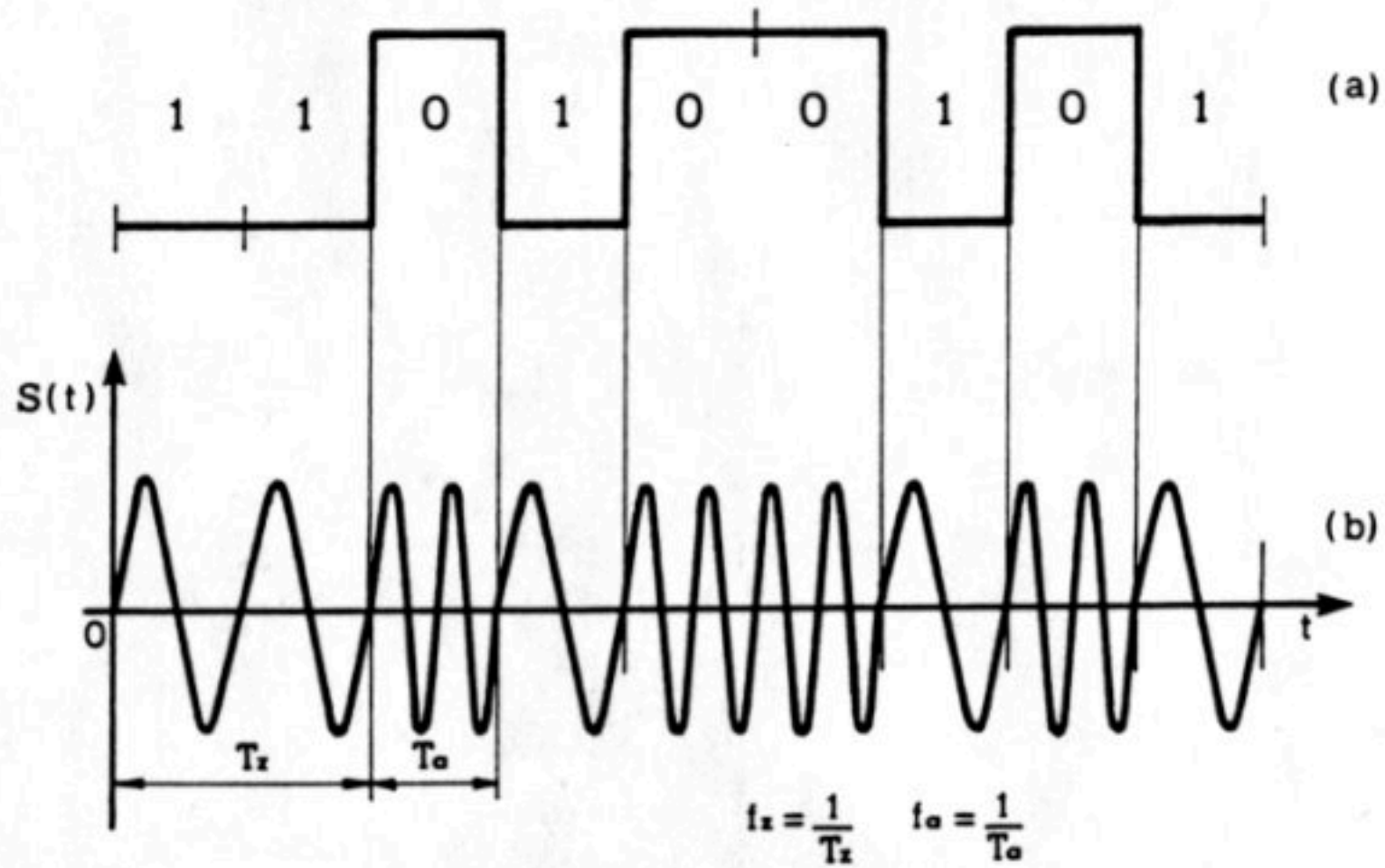
(1 ms, 1000) (2 ms, 1011) (3ms, 1100)



Questo è esattamente ciò che accade nei nostri cellulari durante una telefonata:

la voce viene convertita in una sequenza di cifre binarie che vengono poi trasmesse tramite le onde radio

Binary Frequency Shift Keying – BFSK
(codifica a modulazione di frequenza binaria)





sinusoide costante



sinusoide modulata in durata ed in
ampiezza (on-off)



modulazione di frequenza



fax

OPERAZIONI FONDAMENTALI
SULLE VARIABILI BINARIE

Una variabile binaria (o *logica*, o *Booleana*) A può essere:

$A = 1$ (*vera, T, alta, H,*)

$A = 0$ (*falsa, F, bassa, L, ...*)

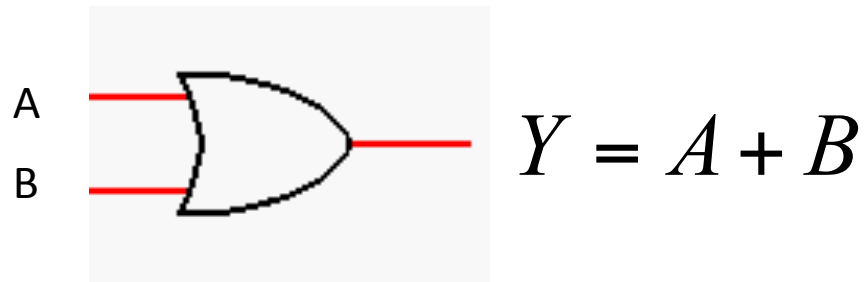
OPERATORI BINARI (o LOGICI, o BOOLEANI)

SOMMA

PRODOTTO

NEGAZIONE

Ingresso A	Ingresso B	Uscita Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



anche chiamato **OR**

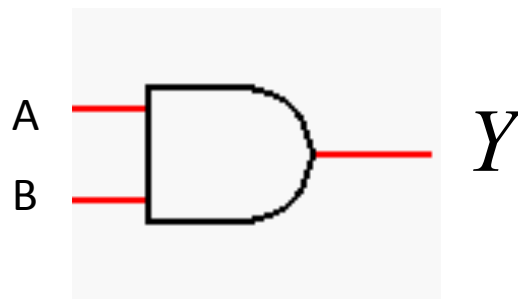
Ingresso A	Ingresso B	Uscita Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Corrisponde all' operatore **SOMMA**



anche chiamato **OR**

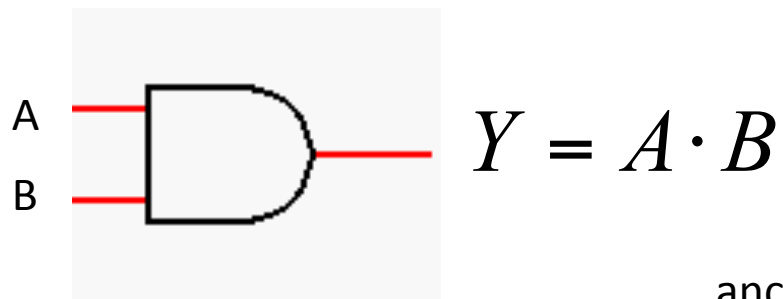
Ingresso A	Ingresso B	Uscita Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



anche chiamato **AND**

Ingresso A	Ingresso B	Uscita Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

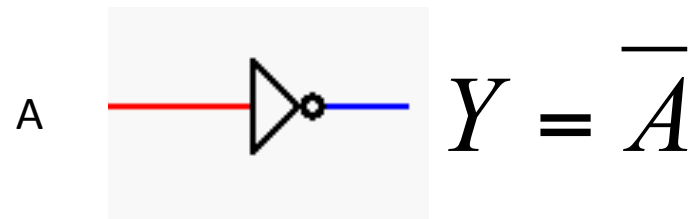
Corrisponde all' operatore **PRODOTTO**



anche chiamato **AND**

Ingresso A	Uscita Y
0	1
1	0

Corrisponde all' operatore **NEGAZIONE**



anche chiamato **NOT**

$$Y = \overline{A} \cdot (B + \overline{C})$$

è una funzione logica (o Booleana) il cui valore dipende dei valori assunti dalle variabili A, B, C

Ipotizziamo di aver definito le seguenti relazioni:

$A = 1$ se l'età di uno studente è maggiore di 17

$B = 1$ se la media scolastica è superiore a 7

$C = 1$ se risiede a Reggio Calabria

e di voler selezionare tutti gli studenti di età inferiore o uguale a 17 anni, purché con media superiore a 7 oppure residenti fuori RC

Ipotizziamo di aver definito le seguenti relazioni:

$A = 1$ se l'età di uno studente è maggiore di 17

$B = 1$ se la media scolastica è superiore a 7

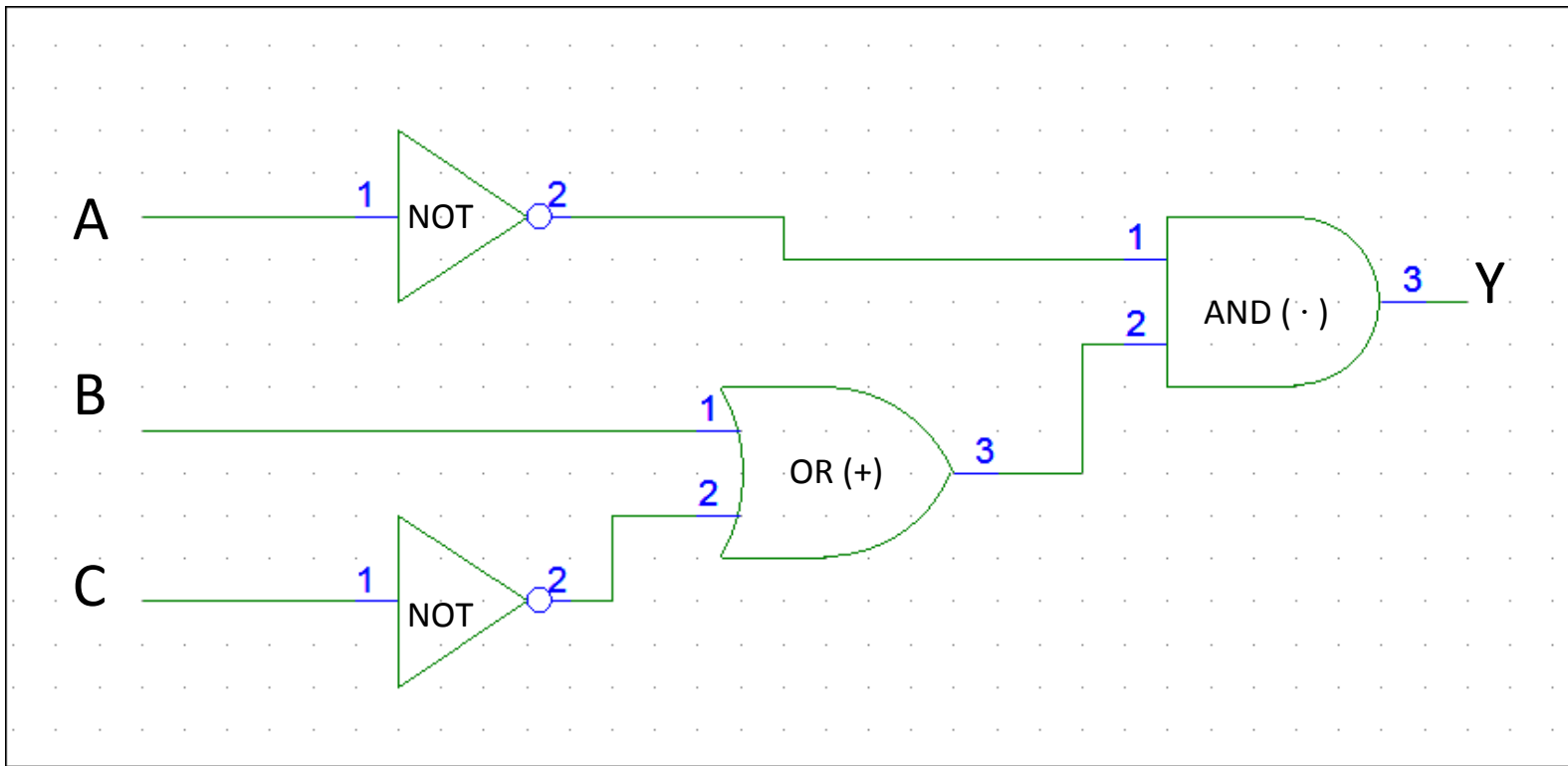
$C = 1$ se risiede a Reggio Calabria

e di voler selezionare tutti gli studenti di età inferiore o uguale a 17 anni, purché con media superiore a 7 oppure residenti fuori RC

$$Y = \overline{A} \cdot (B + \overline{C})$$

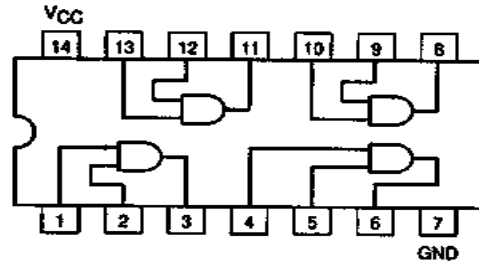
Nome	A	B	C
Tizio	1	1	1
Caio	0	1	0
Sempronio	1	0	0
Maria	1	1	0
Giuseppe	1	0	0
Giulia	0	1	1

$$Y = \overline{A} \cdot (B + \overline{C})$$





QUAD 2-INPUT AND GATE



MC54/74F08

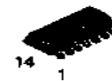
QUAD 2-INPUT AND GATE
FAST™ SCHOTTKY TTL



J SUFFIX
CERAMIC
CASE 632-08



N SUFFIX
PLASTIC
CASE 646-06



D SUFFIX
SOIC
CASE 751A-02

ORDERING INFORMATION

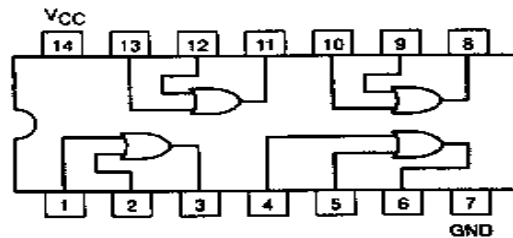
MC54FXXJ	Ceramic
MC74FXXN	Plastic
MC74FXXD	SOIC

GUARANTEED OPERATING RANGES

Symbol	Parameter		Min	Typ	Max	Unit
V _{CC}	Supply Voltage	54, 74	4.5	5.0	5.5	V
T _A	Operating Ambient Temperature Range	54	-55	25	125	°C
		74	0	25	70	
I _{OH}	Output Current — High	54, 74			-1.0	mA
I _{OL}	Output Current — Low	54, 74			20	mA



QUAD 2-INPUT OR GATE



MC54/74F32

**QUAD 2-INPUT OR GATE
FAST™ SCHOTTKY TTL**



**J SUFFIX
CERAMIC
CASE 632-08**



**N SUFFIX
PLASTIC
CASE 646-06**



**D SUFFIX
SOIC
CASE 751A-02**

ORDERING INFORMATION

MC54FXXJ Ceramic
MC74FXXN Plastic
MC74FXXD SOIC

GUARANTEED OPERATING RANGES

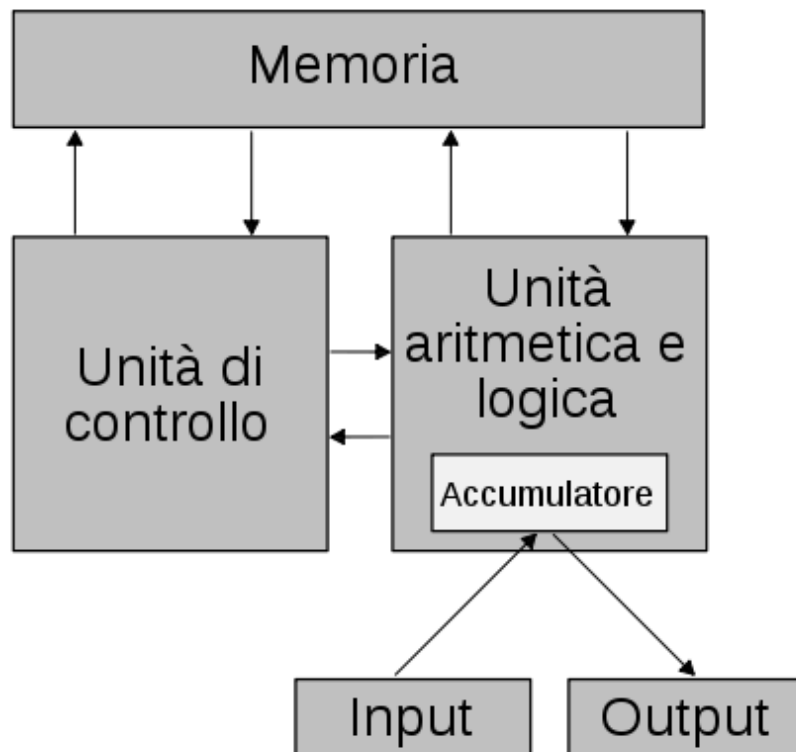
Symbol	Parameter		Min	Typ	Max	Unit
VCC	Supply Voltage	54, 74	4.5	5.0	5.5	V
TA	Operating Ambient Temperature Range	54	-55	25	125	°C
		74	0	25	70	
IOH	Output Current — High	54, 74			-1.0	mA
IOL	Output Current — Low	54, 74			20	mA



Scheda a circuiti integrati che realizza una funzione logica (o booleana) complessa

Invece di realizzare un circuito **“specializzato”** (cioè in grado di svolgere solo quella funzione) si può ricorrere ad un circuito **“programmabile”**, cioè in grado di svolgere operazioni semplici che, svolte nell’opportuna **sequenza**, realizzano funzioni molto complesse

La **sequenza** (che si chiama “programma”) può essere modificata a nostro piacere per svolgere qualsiasi tipo di funzione



$$Y = \overline{A} \cdot (B + \overline{C})$$

1) *calcola* \overline{C}

2) *calcola* $B + \overline{C}$

3) *calcola* \overline{A}

4) *calcola* $\overline{A} \cdot (B + \overline{C})$

Arduino è una scheda hardware che contiene un microprocessore (microcontrollore) che può essere facilmente programmato per svolgere funzioni anche abbastanza complesse

Arduino (hardware) - Wikipedia

W it.wikipedia.org/wiki/Arduino_(hardware)

Voce **Discussione** Leggi **Modifica** **Modifica sorgente** **Cronologia** Ricerca

 Cerchi idee per le vacanze? Vuoi condividere le tue esperienze? Partecipa a [Wikivoyage!](#)

Arduino (hardware)

Da Wikipedia, l'enciclopedia libera.

Arduino è una scheda elettronica di piccole dimensioni con un [microcontrollore](#) e circuiteria di contorno, utile per creare rapidamente [prototipi](#) e per scopi hobbistici e didattici.

Il nome della scheda deriva da quello di un bar di [lvrea](#) (che richiama a sua volta il nome di [Arduino d'lvrea](#), [Re d'Italia](#) nel 1002) frequentato da alcuni dei fondatori del progetto^[1].

Con Arduino si possono realizzare in maniera relativamente rapida e semplice piccoli dispositivi come controllori di luci, di velocità per motori, sensori di luce, temperatura e umidità e molti altri progetti che utilizzano [sensori](#), [attuatori](#) e comunicazione con altri dispositivi. È fornito con un semplice [ambiente di sviluppo integrato](#) per la [programmazione](#). Tutto il [software](#) a corredo è [libero](#), e gli schemi circuitali sono distribuiti come [hardware libero](#).

Indice [\[nascondi\]](#)

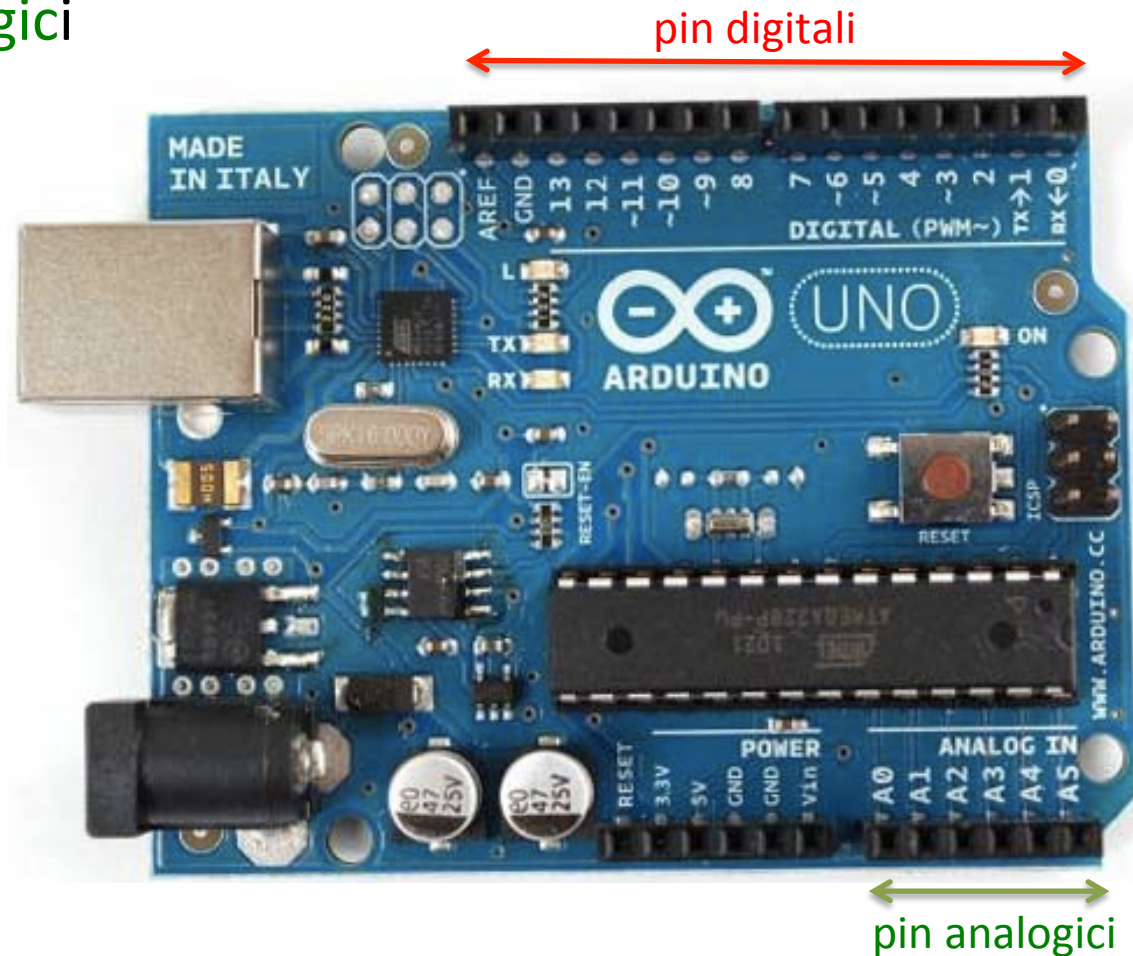
- 1 L'architettura
- 2 Schede Arduino
 - 2.1 Hardware
 - 2.1.1 Versioni



Arduino Leonardo

Arduino Uno ha:

- **14 pin digitali** (programmabili come ingressi o come uscite), alcuni dei quali hanno anche la capacità di essere utilizzati per la generazione di segnali variabili
- **6 ingressi** per l'acquisizione ed elaborazione di segnali analogici



```
_2014_05_5_suono_da_Illuminazione_per_IoT §  
const int PIN_di_ingresso = 0; // nodo centrale del partitore resistivo con fotoresistore  
const int PIN_di_uscita = 9;  
  
void setup()  
{  
  
}  
  
void loop()  
{  
  int Valore = analogRead(PIN_di_ingresso); // legge la tensione sul pin analogico A0; assume va  
  int Freq = Valore;  
  tone(PIN_di_uscita, Freq); // produce un segnale oscillante alla frequenza "Freq" sul pin digi  
  delay (100);  
}  
  
|
```


Seguiamo sul monitor cosa sta leggendo Arduino
sul piedino A0

```
2014_05_5_suono_da_illuminazione_per_loT | Arduino 1.0.2  
_2014_05_5_suono_da_illuminazione_per_loT §  
const int PIN_di_ingresso = 0; // nodo centrale del partitore resistivo con fotoresistore  
const int PIN_di_uscita = 9;  
  
void setup()  
{  
  Serial.begin(9600); ←  
}  
  
void loop()  
{  
  int Valore = analogRead(PIN_di_ingresso); // legge la tensione sul pin analogico A0; assume va  
  int Freq = Valore;  
  
  Serial.println(Freq); ←  
  
  tone(PIN_di_uscita, Freq); // produce un segnale oscillante alla frequenza "Freq" sul pin digi  
  delay (100);  
}
```

Chiediamo ad Arduino di accendere un LED se la luce ambientale è troppo bassa



_2014_05_19_accendi_LED_se_luce_bassa_per_corso_loT

```
const int PIN_di_ingresso = 0; // nodo centrale del partitore resistivo con fotoresistore
const int PIN_deI_LED = 13;

void setup()
{
  pinMode(PIN_deI_LED, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  int Valore = analogRead(PIN_di_ingresso); // legge la tensione sul pin analogico A0; assume valori interi

  Serial.println(Valore);

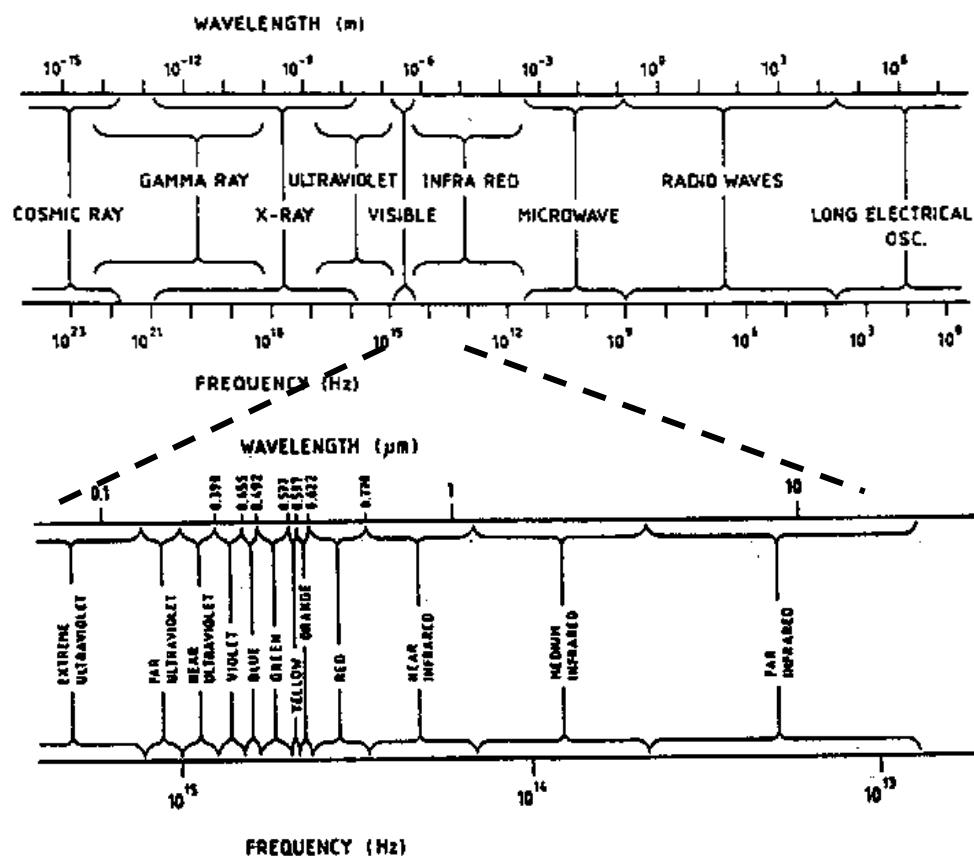
  if (Valore < 500)
  {
    digitalWrite(PIN_deI_LED, HIGH);
  }

  else

  {
    digitalWrite(PIN_deI_LED, LOW);
  }
}
```



SENSORI DI LUCE



Spettro Elettro-magnetico

Spettro Visibile





I sensori di luce sono utili in molti contesti

- regolazione dell'accensione o del livello delle luci sia ll'aperto che al chiuso
- controllo degli accessi
- sensori di movimento
- monitoraggio di radiazioni pericolose come gli UV

ma anche ...





I sensori di luce sono utili in molti contesti

- regolazione dell'accensione o del livello delle luci sia ll'aperto che al chiuso
- controllo degli accessi
- sensori di movimento
- monitoraggio di radiazioni pericolose come gli UV

ma anche ...

in tutti i telecomandi

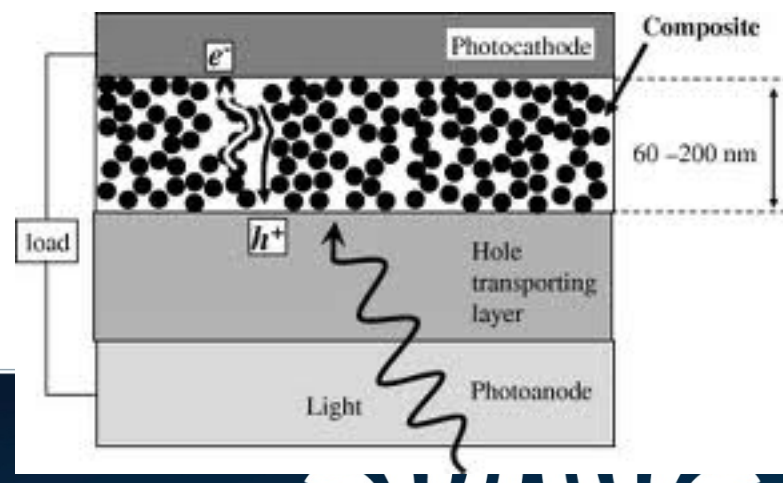




Tutti i più comuni sensori di luce funzionano basandosi sullo stesso principio:

la fotogenerazione nei semiconduttori

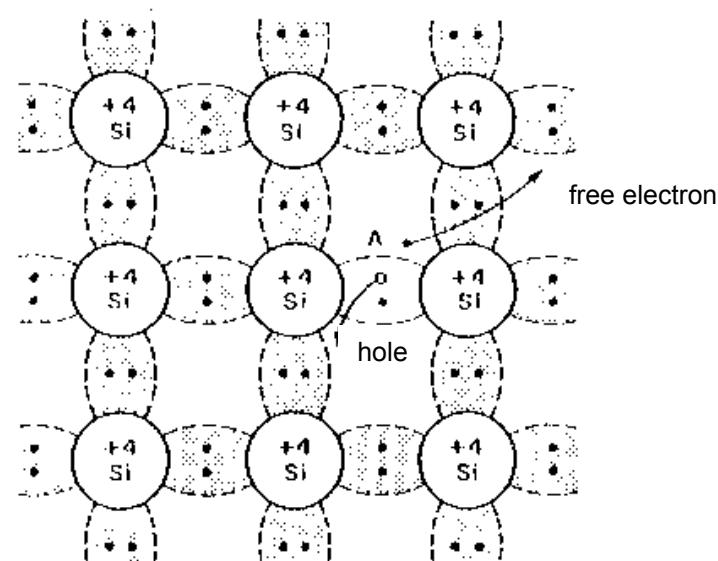
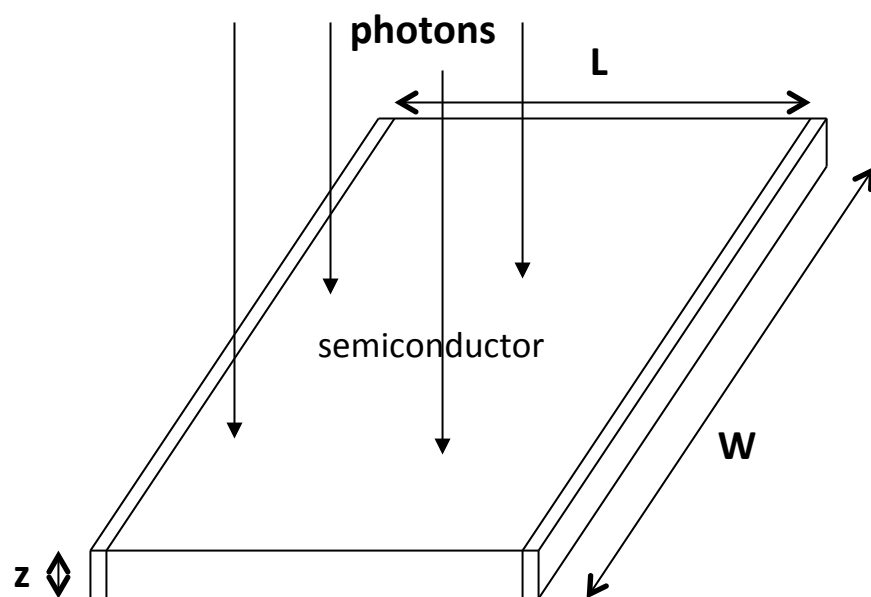
La **fotogenerazione** è il processo di eccitazione, da parte dei fotoni, di elettroni che si allontanano da un legame covalente andando ad arricchire il semiconduttore di elettroni liberi, quindi in grado di trasportare corrente
L'energia minima che deve possedere il fotone per strappare un elettrone ad un legame covalente si chiama "energy gap", e per il Silicio vale 1.1 eV





Gli elettroni così creati modificano radicalmente le proprietà elettriche del materiale, che ora permette il passaggio di correnti più elevate: la sua resistenza diminuisce

E' possibile ridurre resistenza anche di un fattore 100.000 ed oltre

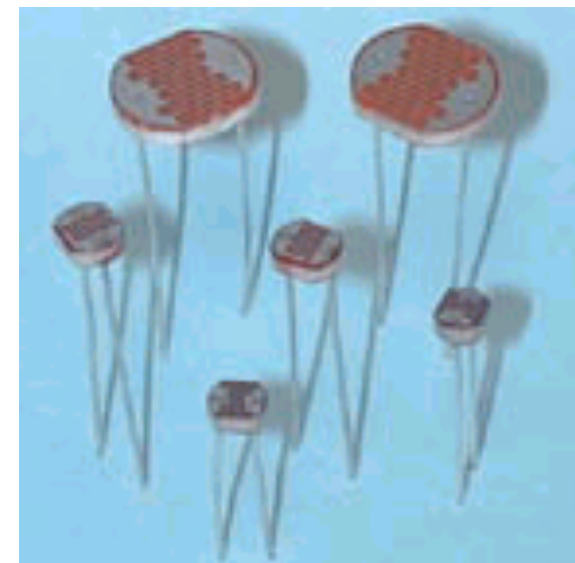
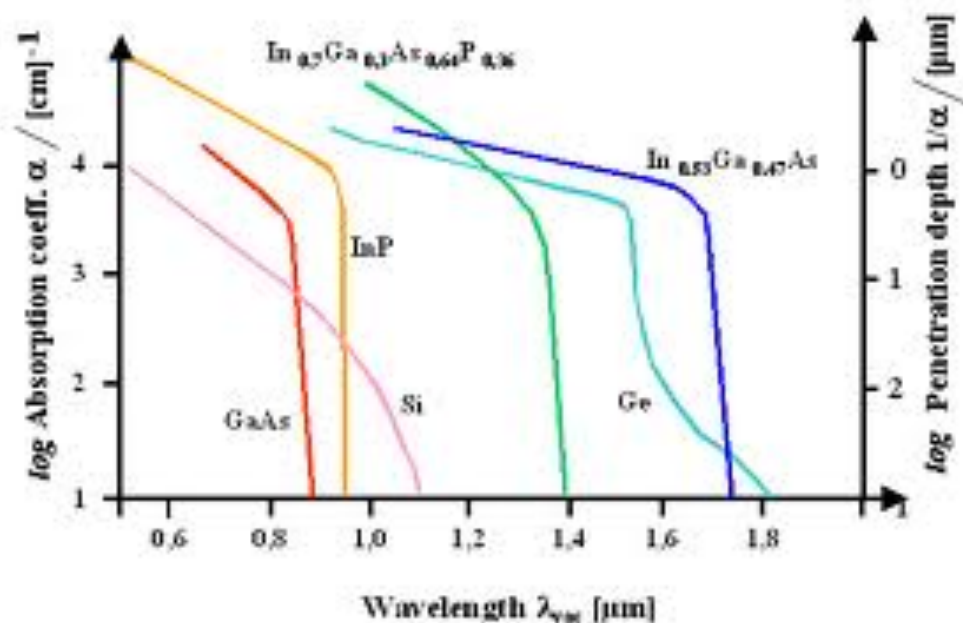


Se siamo in grado di misurare costantemente la corrente che circola nel semconduttore, possiamo avere un'informazione sull'intensità della luce che lo investe





Ogni materiale semiconduttore inizia ad assorbire fotoni (e quindi a fotogenerare elettroni al suo intervallo) ad una diversa energia minima del fotone stesso. Usando semiconduttori diversi è possibile aver informazioni anche sul “colore” (composizione cromatica) della luce presente.

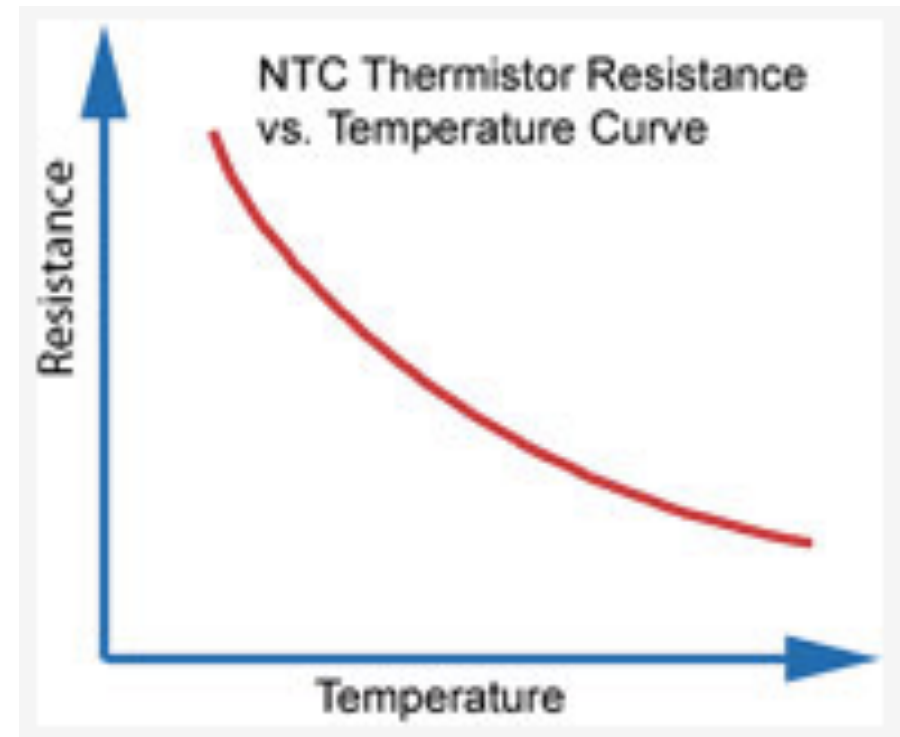
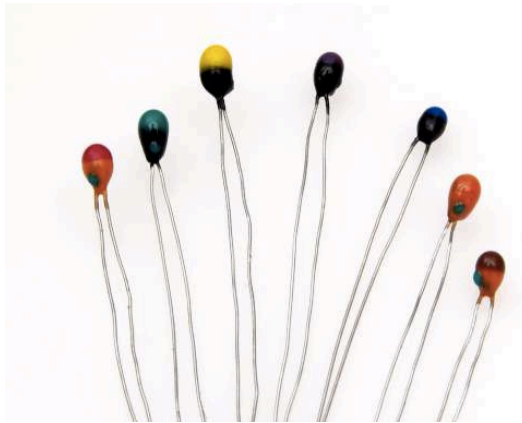


Fotoresistori commerciali



TERMISTORI

Sono resistori a base di semiconduttori la cui resistenza cambia con T. Normalmente la resistenza diminuisce con la T. Sono caratterizzati da una sensibilità generalmente molto elevata. Purtroppo la relazione fra T ed R è fortemente non lineare.



$$\frac{1}{T} = A + B \ln R + C (\ln R)^3$$

T [K]

R, resistenza

A, B, C costanti

pro:

- **elevata resistenza (5 kohm ed oltre) che rende bassa la corrente di utilizzo**
- **elevata sensibilità: la resistenza cambia fino al 4% / °C**
- **possono avere dimensioni molto ridotte (veloci e non perturbativi)**

contro:

- **ridotto intervallo di temperatura (alcune centinaia di °C)**
- **fragili**
- **scarsa linearità (determina elevata sensibilità alle basse temperature e bassa sensibilità alle alte temperature)**

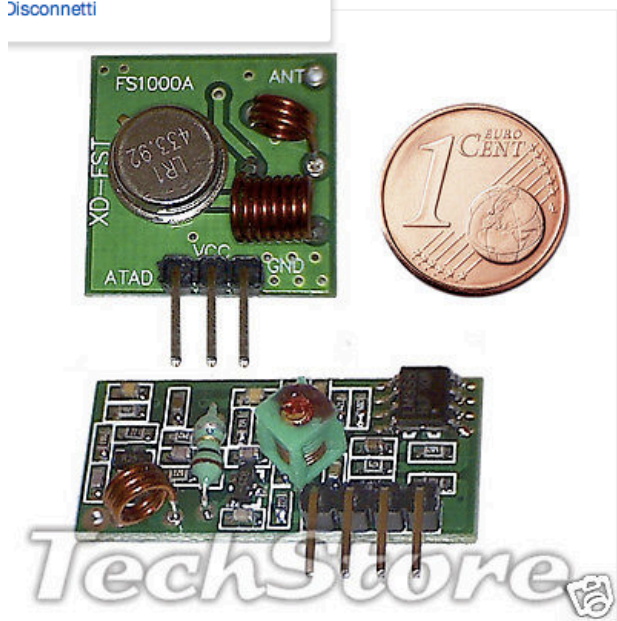
Trasmissione wireless del tono prodotto
dall'illuminazione utilizzando un trasmettitore
a basso costo

francesco della corte
franzvonk (77★)

Impostazioni account
Disconnetti

Tutte le categorie

vendita nella categoria: TV, Audio e Video > Elettronica ed Elettricit  > Componenti elettronici attivi > Circuiti Integrati



Clicca per ingrandire l'immagine

N.1 Coppia Trasmettitore - Ricevitore 433.92 MHz Wireless Arduino

Condizioni dell'oggetto: **Nuovo**

Quantit : 2 disponibili / 9 venduti

Prezzo: **EUR 3,50**

6 utenti che lo osservano

Spedizione: **EUR 1,90** Economica | [Vedi i dettagli](#)
Luogo in cui si trova l'oggetto: **Monterotondo, Italia**
Spedizione verso: **Italia** [Mostra esclusioni](#)

Consegna: Stimata tra **gio. 22 mag. e lun. 26 mag.**

Pagamenti: **PayPal**, Vaglia postale | [Vedi le informazioni per il pagamento](#)

Restituzione: 14 giorni per il rimborso, acquirente | [Vedi i dettagli](#)

Copertura: **PROTETTI E RIMBORSATI** con **PayPal** [Condizioni](#)

| [Aggiungi](#)

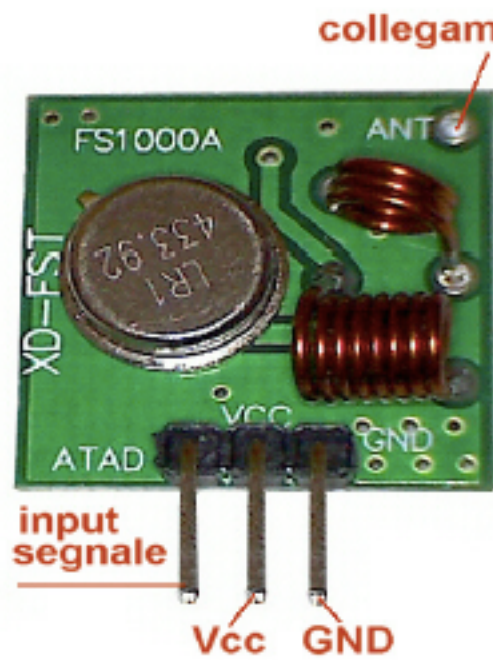
Venditore Affidabile
alex80010_3 (11837★)

- 100% Feedback positivo
- ✓ Riceve sempre una valutazione dettagliata molto alta da acquirenti
- ✓ Spedisce gli oggetti in modo sicuro
- ✓ Ha una comprovata esperienza nel fornire un servizio eccellente

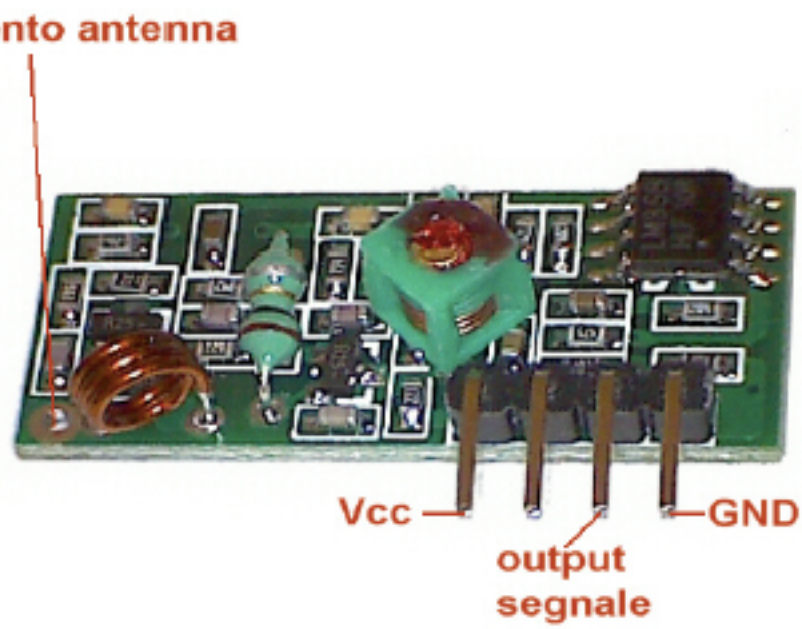
[Salva questo venditore](#)
[Vedi altri oggetti](#)

Visita il Negozio: [TechStore](#)
Registrato come venditore professionista





Trasmittitore



Ricevitore

Caratteristiche trasmettitore mod.: MX-FS-03V

Marking sul PCB: FS-1000A

Portata: 20 – 200m in funzione della tensione di alimentazione

Modulazione: AM

Velocità di trasmissione: 4kB/s

Potenza max di trasmissione: 10mW

Frequenza di trasmissione: 433.92MHz

Tensione di alimentazione: da 3.5V a 12V

Collegamenti esterni: header 3-pin maschio Vcc, GND, Input segnale

Dimensioni/peso: 19x19mm / 3g

Caratteristiche ricevitore mod.: MX-05V

Marking sul PCB: XD-RF-5V

Frequenza di ricezione: 433.92MHz

Sensibilità: -105dBm

Tensione di alimentazione: 5Vdc

Corrente a riposo: 4mA

Collegamenti esterni: header 4-pin maschio Vcc, GND, Output segnale

Dimensioni/peso: 30x14mm / 2g

Ricezione del tono utilizzando un
ricevitore a basso costo

```
//variabili
int sigPin = 7; // piedino del segnale di ingresso
int state; // stato del piedino (Alto o Basso, 1 o 0, ...)
int oldstate; // "stato precedente"
unsigned long t; // timer
unsigned long s; // misure da fare
unsigned long c; // conteggio
unsigned long f; // frequenza

void setup()
{
  pinMode(sigPin, INPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  c = 0;

  t = millis(); // legge quanti millisecondi sono trascorsi dall'accensione di Arduino
  for(s=0; s<100000; s++) // effettua 100.000 misure
  {
    state = digitalRead(sigPin); // legge lo stato del piedino 7
    if (state != oldstate) // se lo stato è cambiato
    {
      c++; // incrementa il contatore
      oldstate = state; // ed aggiorna lo "stato precedente"
    }
  }
}
```

[Buy](#)[Download](#)[Getting Started](#)[Learning](#)[Reference](#)[Hardware](#)[FAQ](#)

[Reference](#) | [Language](#) | [Libraries](#) | [Comparison](#) | [Changes](#)

millis()

Description

Returns the number of milliseconds since the Arduino board began running the current program. This number will overflow (go back to zero), after approximately 50 days.



[Buy](#) | [Download](#) | [Getting Started](#) | [Learning](#) | [Reference](#) | [Hardware](#) | [FAQ](#)

[Reference](#) | [Language](#) | [Libraries](#) | [Comparison](#) | [Changes](#)

Language Reference

Arduino programs can be divided in three main parts: *structure*, *values* (variables and constants), and *functions*.

```
t = millis() - t; // calcola quanto tempo è passato dall'inizio del conteggio
c = c/2; // divide per due il numero di conteggi (ci sono due conteggi per ogni ciclo)
f = 1000*c/t; // calcola la frequenza (* 1000 perchè il tempo è espresso in millisecondi)

Serial.print("frequenza ");
Serial.println(f);

delay(5000);
}
```

