

Programmazione di sistemi multicore

Michele Martinelli

Michele.martinelli@uniroma1.it



AVVISI:

Esonero 5 novembre (prenotatevi su twiki)

**30 domande: indicativamente 10 linguaggio C, 10 elettronica e 10 arduino
oggi e giovedì 31 ripasso / esercizi tipici**

validità esonero fino al primo appello

passando i due esoneri il voto resta e si può verbalizzare in ogni sessione

validità esami tutto A.A.

RIPASSO:

Definizione e differenze tra tensione, corrente, potenza

Legge di Ohm

Resistori / resistori variabili

Resistenze di pull-up e pull-down

Partitori resistivi

LEGGE DI OHM

$$V = R * I$$

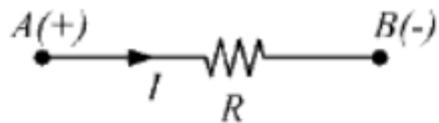
Volt Ohm Ampere

1) Se l'intensità di corrente che percorre un filo è 0,03 A, quando la tensione ai suoi estremi è 6 V, quanto vale la sua resistenza? [soluzione: 200 Ω]

2) Calcola la tensione ai capi di un conduttore, sapendo che l'intensità di corrente è 50mA e la resistenza complessiva 50 Ω. [soluzione: 2,5V]

3) Calcola l'intensità di corrente in un circuito, avente tensione 4V e resistenza 40Ω. [soluzione: 100mA]

LEGGE DI OHM



La corrente che attraversa la resistenza R è $I=6A$ e va dal morsetto A al morsetto B . Sono noti inoltre i potenziali dei punti A e B che valgono rispettivamente $V_A=24V$ e $V_B=6V$.

Si calcoli il valore della resistenza R e quello della resistenza R_1 da mettere in parallelo ad R affinché, ferma restando la d.d.p. V_{AB} la corrente totale assorbita dal carico totale sia $I_T=10A$.

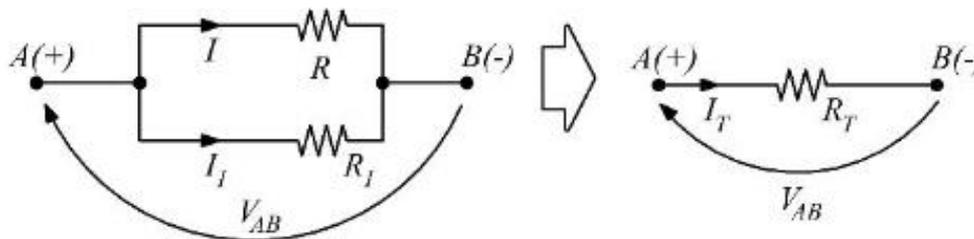
LEGGE DI OHM

Per definizione $V_{AB} = V_A - V_B = 24 - 6 = 18V$

applicando la legge di Ohm $V_{AB} = R \cdot I$

$$R = \frac{V_{AB}}{I} = \frac{18}{6} = 3\Omega$$

Nel caso in cui sia inserita una resistenza R_1 in parallelo ad R abbiamo il circuito:



con $R_T = R // R_1 = \frac{R \cdot R_1}{R + R_1}$

affinché si mantenga una $V_{AB} = 18V$ a fronte di una $I_T = 10A$ deve essere

$$R_T = \frac{V_{AB}}{I_T} = \frac{18}{10} = \frac{9}{5}\Omega$$

quindi $\frac{9}{5} = \frac{3 \cdot R_1}{3 + R_1}$ risolvendo..

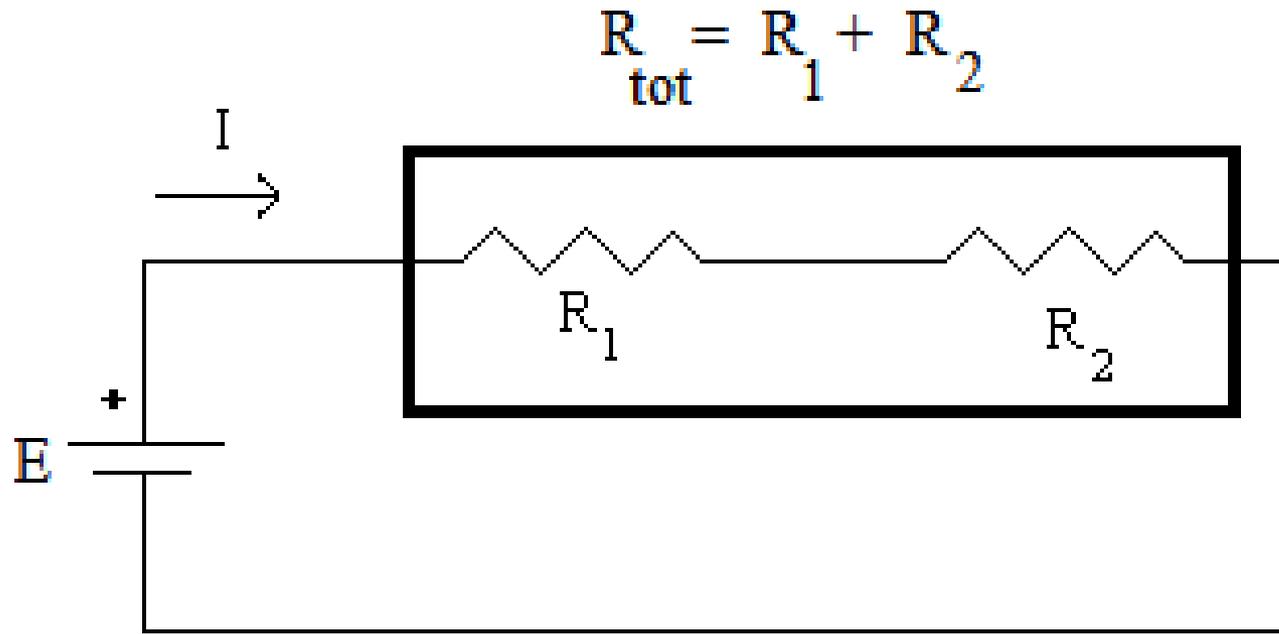
$$9(3 + R_1) = 15R_1$$

$$27 + 9R_1 = 15R_1$$

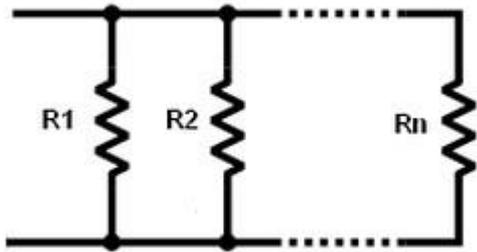
$$27 = 6R_1$$

$$R_1 = \frac{27}{6} = 4,5\Omega$$

RESISTORI IN SERIE



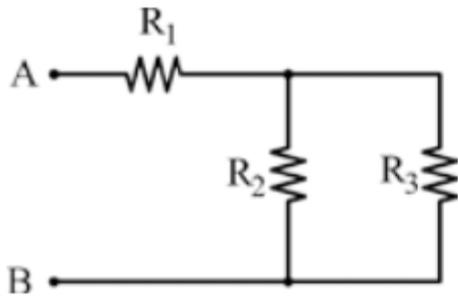
RESISTORI IN PARALLELO



$$R_P = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

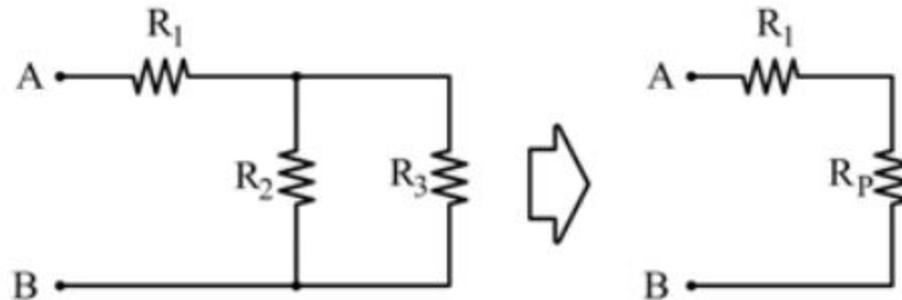
ESERCIZI RESISTORI

Nel circuito di figura con $R_1=1k\Omega$, $R_2=8k\Omega$ ed $R_3=12k\Omega$, calcola la R equivalente vista ai morsetti AB.



RESISTORI

Si esegue dapprima il parallelo fra R_2 ed R_3 , e si ottiene:

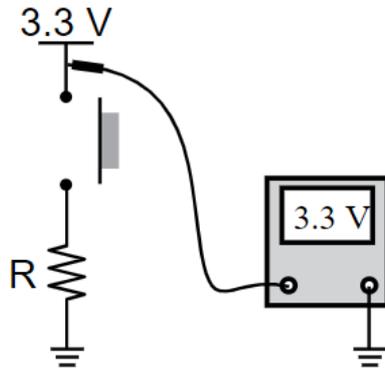


$$R_p = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{8 \cdot 12}{20} = 4,8 \text{ k}\Omega$$

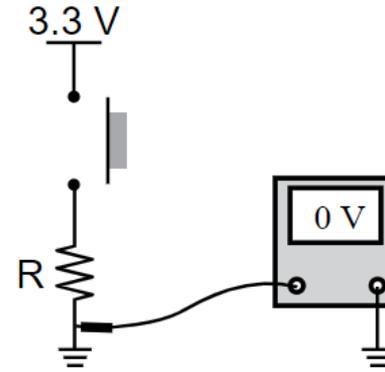
Ora si esegue la serie R_1 co R_p , ottenendo la resistenza equivalente vista ai morsetti AB.

$$R = R_1 + R_p = 1 + 4,8 = 5,8 \text{ k}\Omega$$

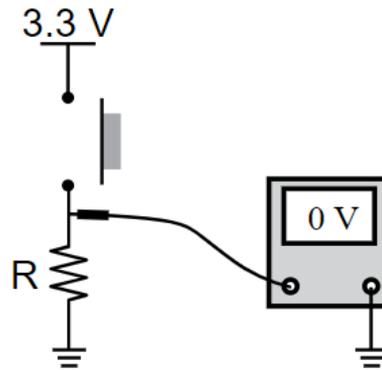
PULL-DOWN



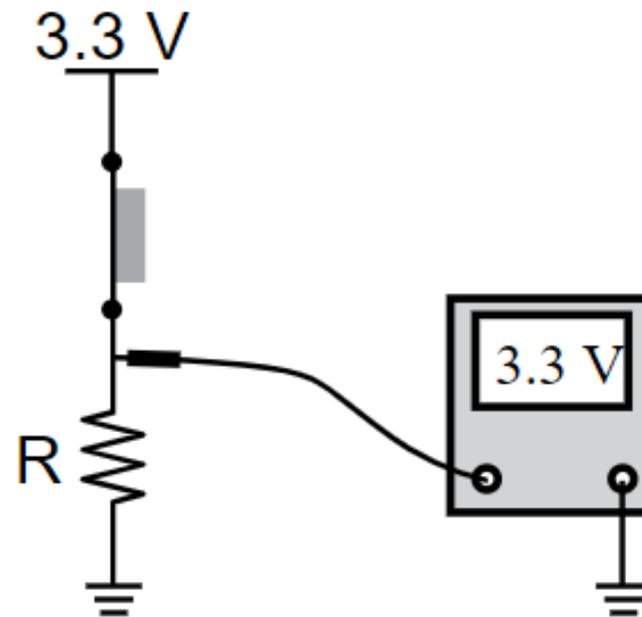
(a).



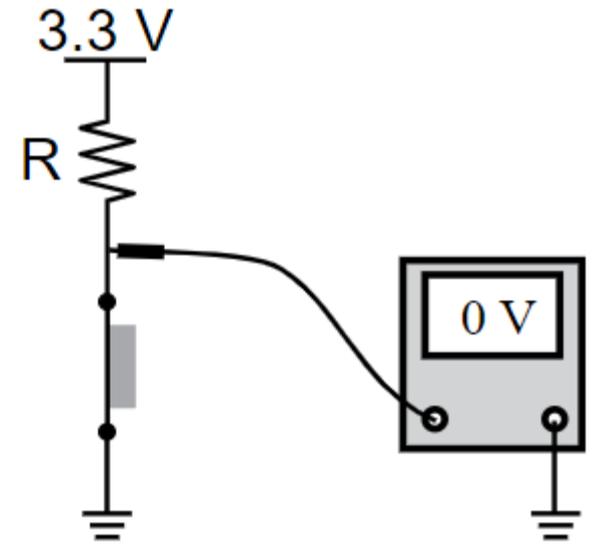
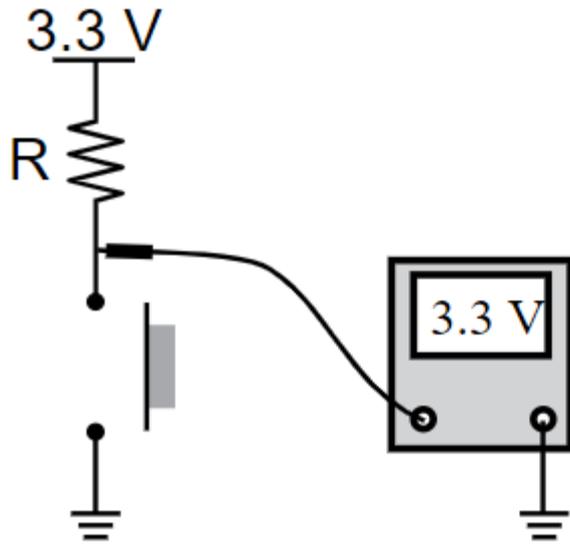
(b).



PULL-DOWN



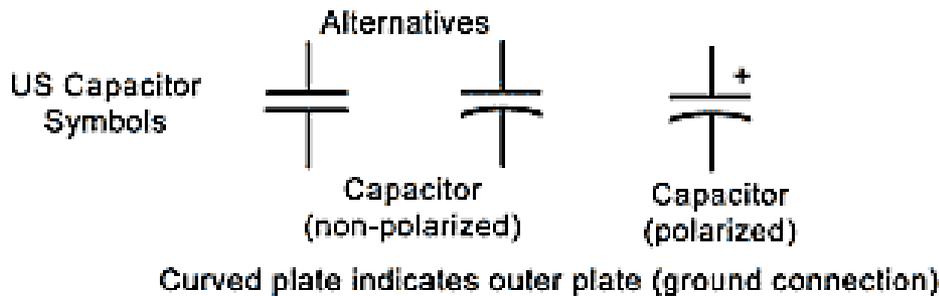
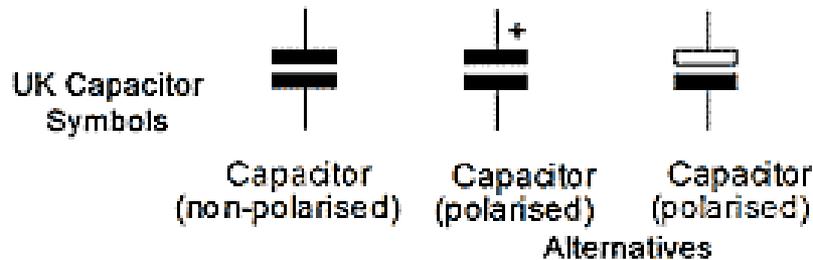
PULL-UP



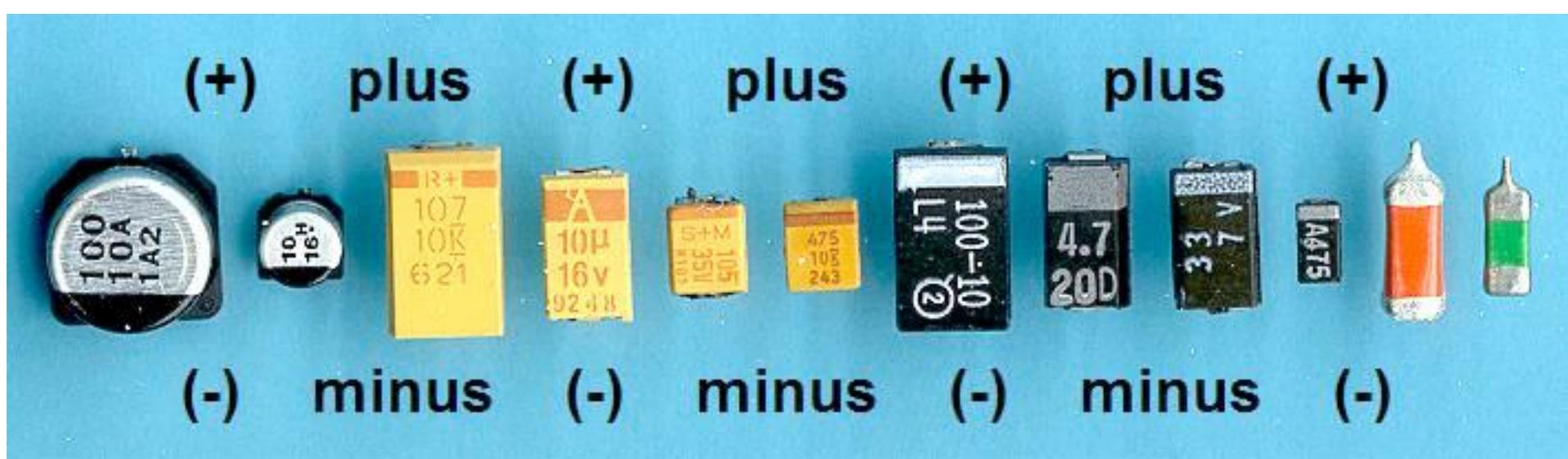
CONDENSATORI

Il condensatore (*capacitor*) è un bipolo in grado di immagazzinare al suo interno una certa quantità di carica elettrica

La capacità C (Farad, F) è (intuitivamente) una misura della carica che il condensatore è in grado di accumulare

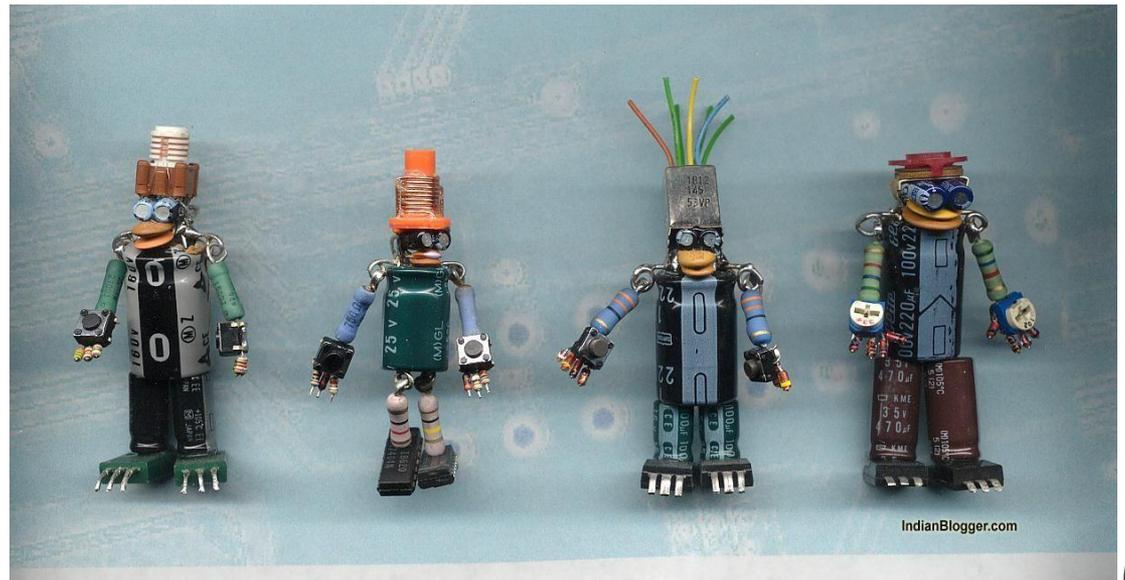


Contrariamente alle resistenze, bisogna stare attenti alla polarità



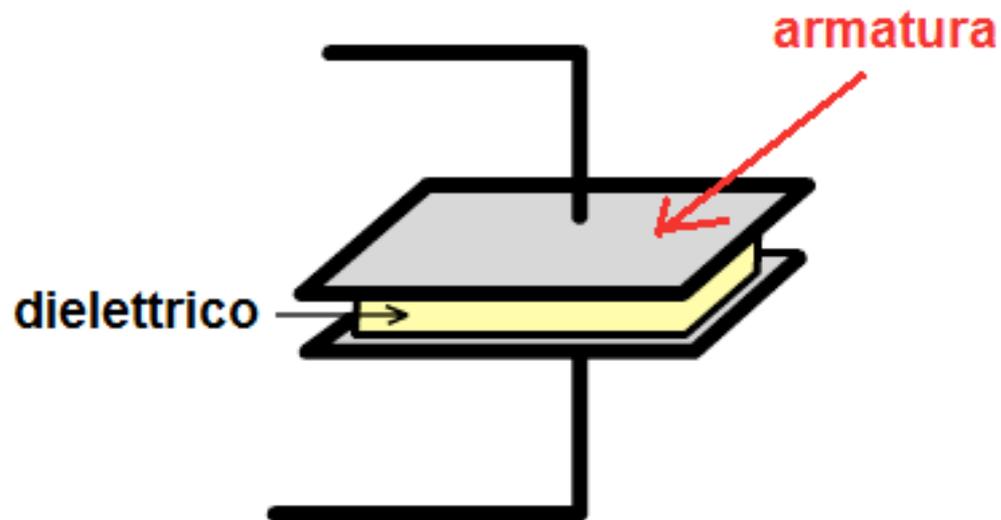
In commercio
da 1 pF ad
alcuni Farad





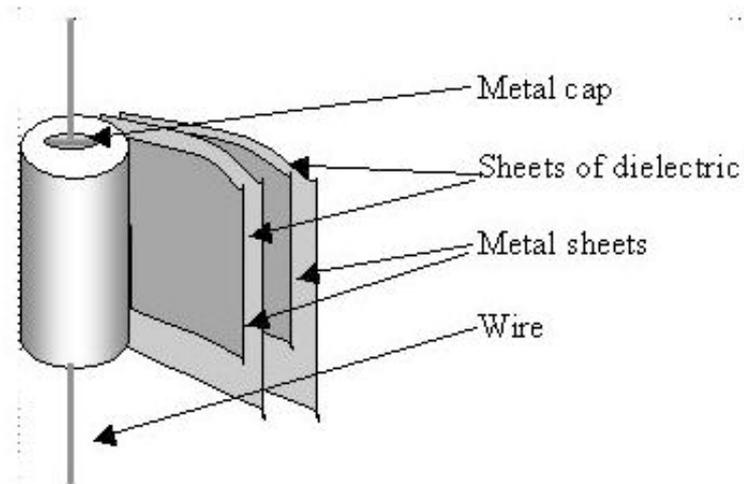
SEMPLICE CONDENSATORE ALL'INTERNO

Nella sua forma più semplice (*condensatore piano*) è realizzato per mezzo di due piastre metalliche (armature) separate da un materiale isolante (dielettrico)



CONDENSATORE ALL'INTERNO

per capacità più elevate, le armature sono avvolte in parallelo tra di loro (condensatori cilindrici)



CONDENSATORI E CAPACITÀ

La capacità di un condensatore cresce

- all'aumentare dell'area delle due armature
- al diminuire della distanza fra le stesse

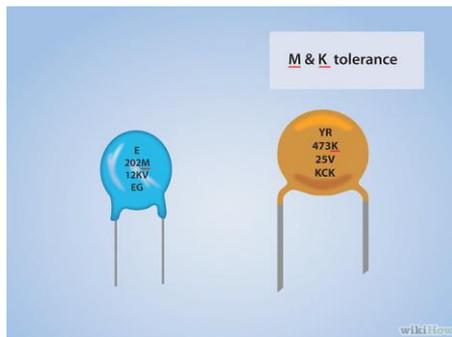
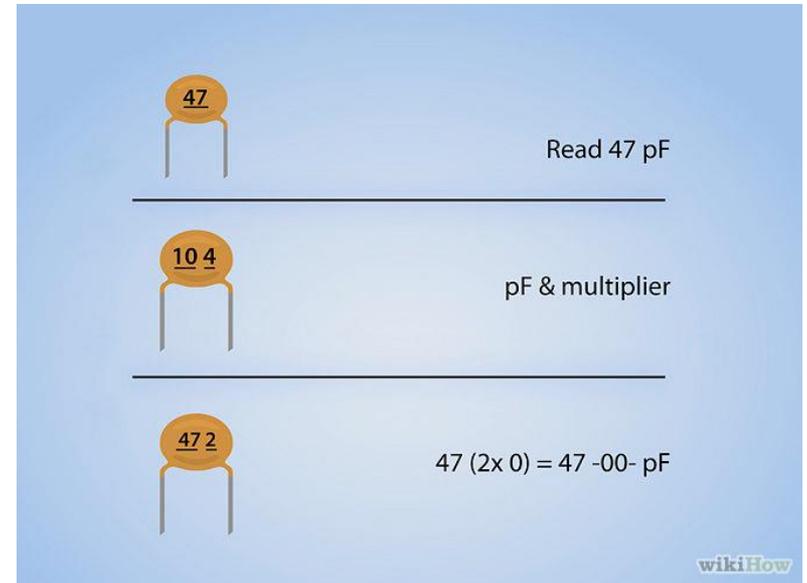
$$C = \varepsilon \frac{S}{L}$$

dove ε è un parametro del dielettrico detto costante dielettrica

S è l'area di ciascuna armatura

L è la distanza fra di esse

LEGGERE LA CAPACITÀ DEL CONDENSATORE



ACCUMULO DI CARICA SULLE ARMATURE

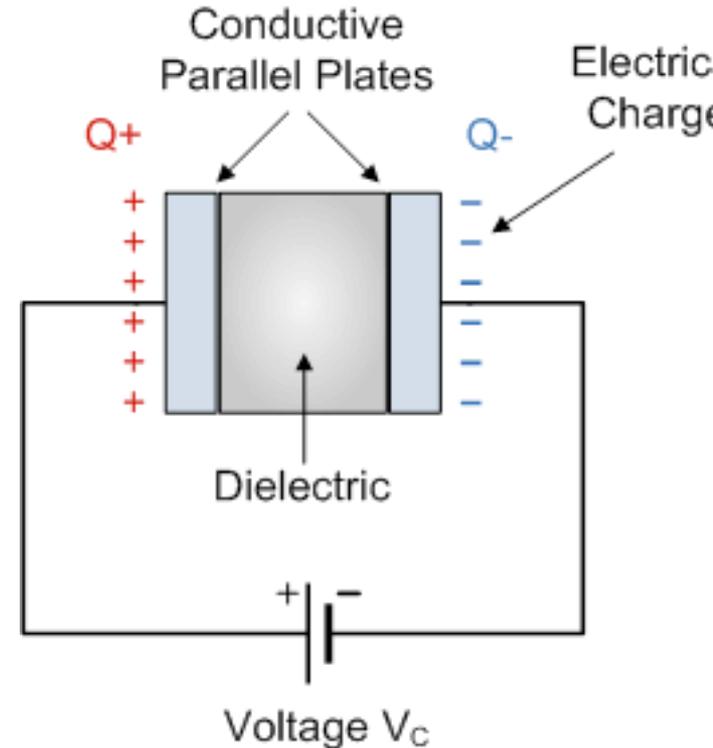
Se sottoposto a una tensione V applicata sulle sue armature, il condensatore accumula su ciascuna armatura una quantità di carica data da:

$$Q = C \times V$$

Q è la quantità di carica (Coulomb, C)

C è la capacità del condensatore

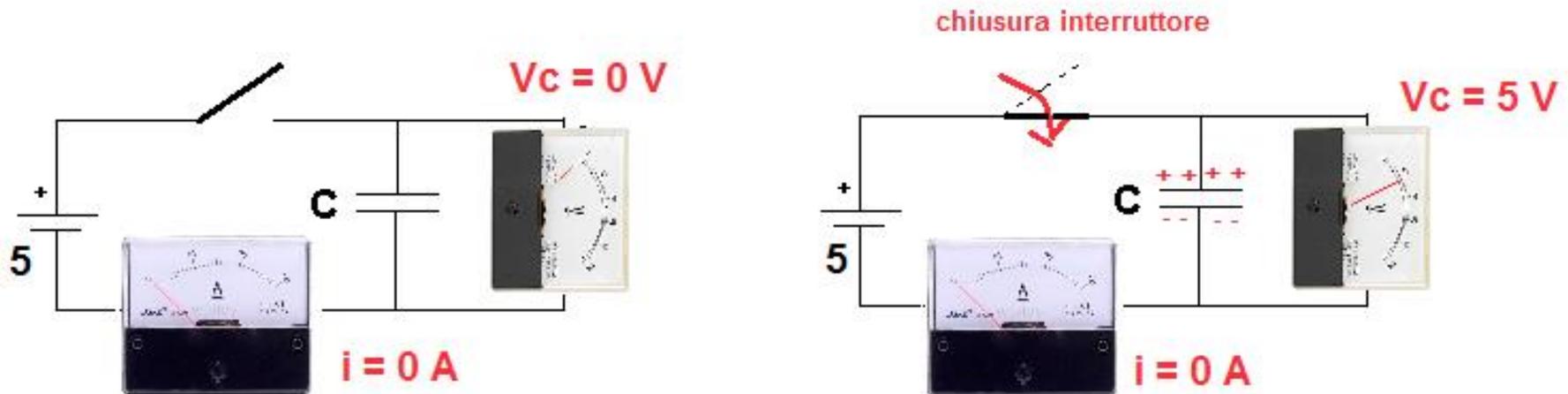
V è la tensione applicata



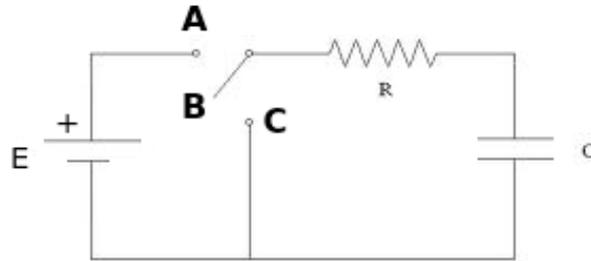
CONDENSATORE CON TENSIONE CONTINUA

In un circuito formato solo da un generatore di tensione costante e un condensatore non passa nessuna corrente

O meglio, passa corrente al momento del collegamento della batteria col condensatore MA tale passaggio si esaurisce in un tempo molto breve non appena il condensatore si è caricato alla tensione del generatore



CARICA DEL CONDENSATORE



B: Nel circuito evidentemente non circola corrente $\rightarrow V_R$ e V_C sono nulle

A: Supponiamo ora di chiudere il deviatore in A

1. La corrente che passa nel circuito è $I = V_R/R \rightarrow$ il condensatore si carica
2. Aumentando la tensione V_C però la tensione V_R è costretta a diminuire, e quindi diminuisce I
3. La carica termina quando la tensione su C raggiunge quella della batteria E
4. il condensatore è completamente carico e nel circuito non passa più corrente.

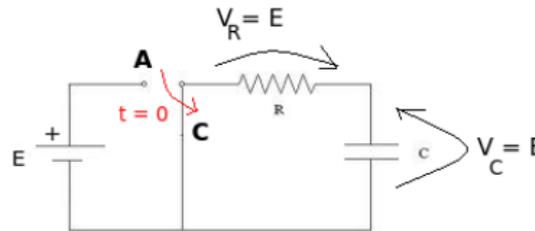
COSTANTE DI TEMPO DEL CIRCUITO RC

La costante di tempo costituisce una misura della rapidità con cui il condensatore è in grado di caricarsi (in secondi)

$$\tau = R \cdot C$$

Più piccolo è il valore della τ più in fretta si carica il condensatore

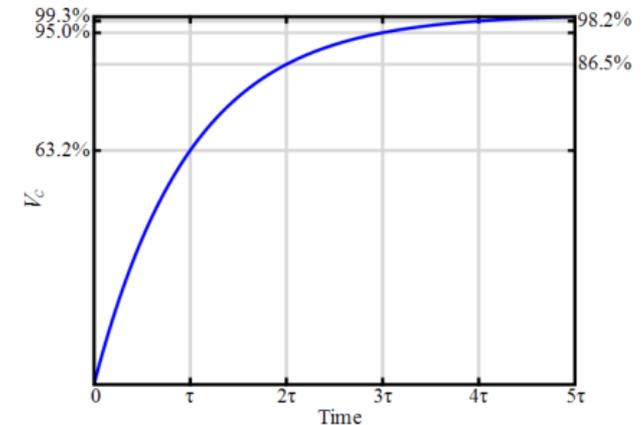
1. dopo un tempo pari a τ la tensione sul condensatore ha superato il 63% del proprio valore finale
2. dopo un tempo circa uguale a 5τ il condensatore si è caricato a più del 99% del valore finale

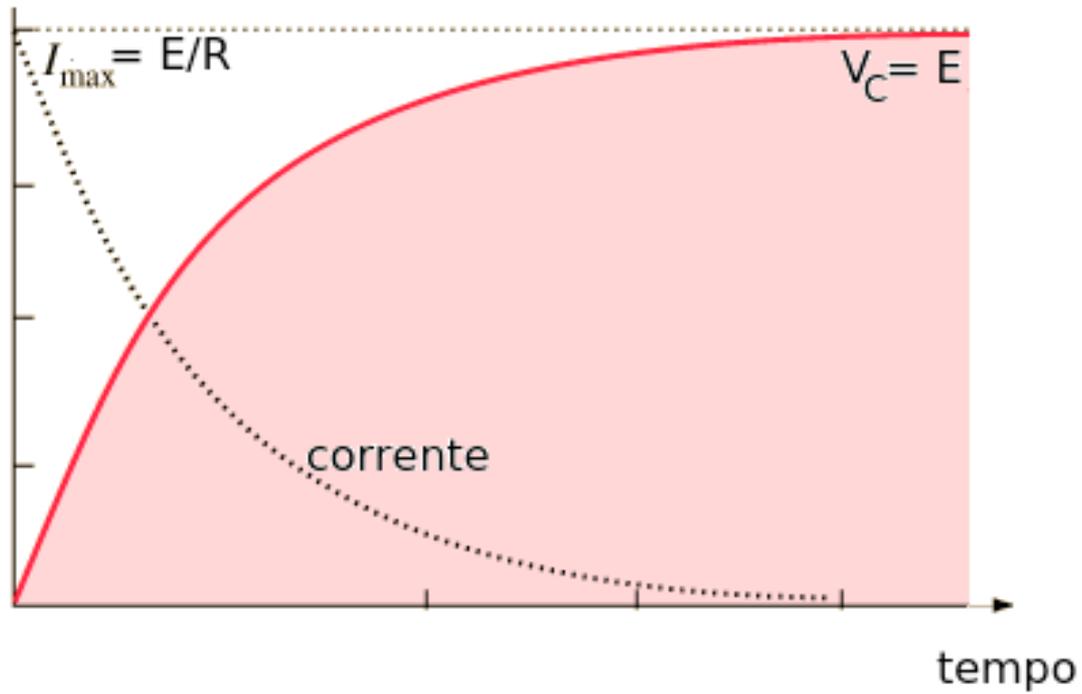


Esempio:

$$R = 10 \text{ k}\Omega \quad C = 2 \text{ }\mu\text{F}$$

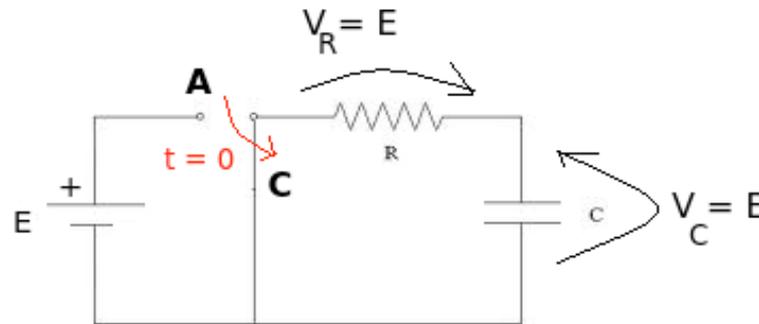
$$\tau = R \cdot C = 10 \text{ k}\Omega \times 2 \text{ }\mu\text{F} = 20 \text{ ms}$$





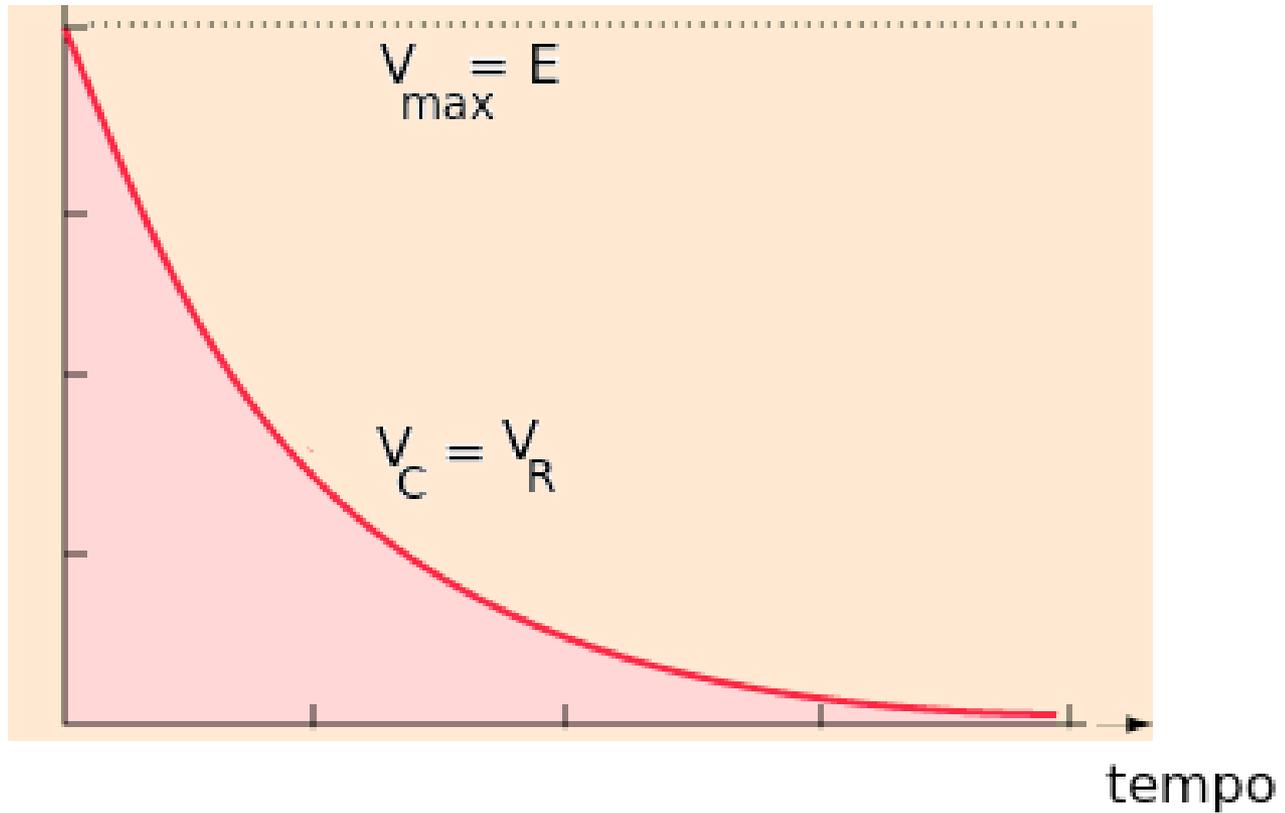
SCARICA DEL CONDENSATORE

supponiamo di spostare il deviatore nella posizione C



1. Il condensatore è ancora completamente carico alla massima tensione $V_C = E$
2. Anche la tensione sul resistore R deve istantaneamente portarsi allo stesso valore $V_R = E$
3. Il condensatore si scarica attraverso R , generando una corrente con verso opposto rispetto a quella di carica
4. La corrente è massima e pari a E/R all'istante iniziale di chiusura del deviatore e diminuisce progressivamente finché il condensatore è completamente scarico e tutte le tensioni e correnti nel circuito sono zero

SCARICA DEL CONDENSATORE

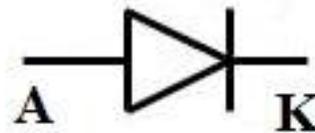


DIODO

Il diodo permette il passaggio di corrente elettrica in un verso e la blocca nell'altro

il triangolo indica la freccia di direzione in cui il flusso di corrente è possibile

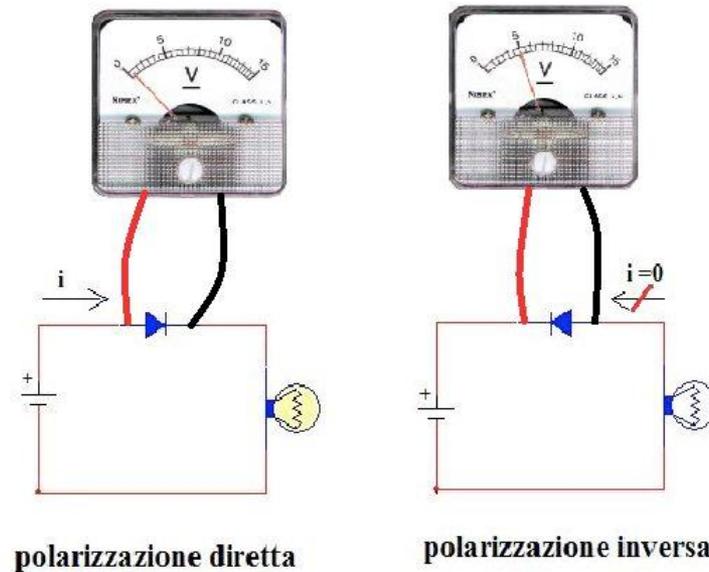
I due terminali del diodo vengono detti anodo (A) e catodo (K)
(vi ricordate i led...?)



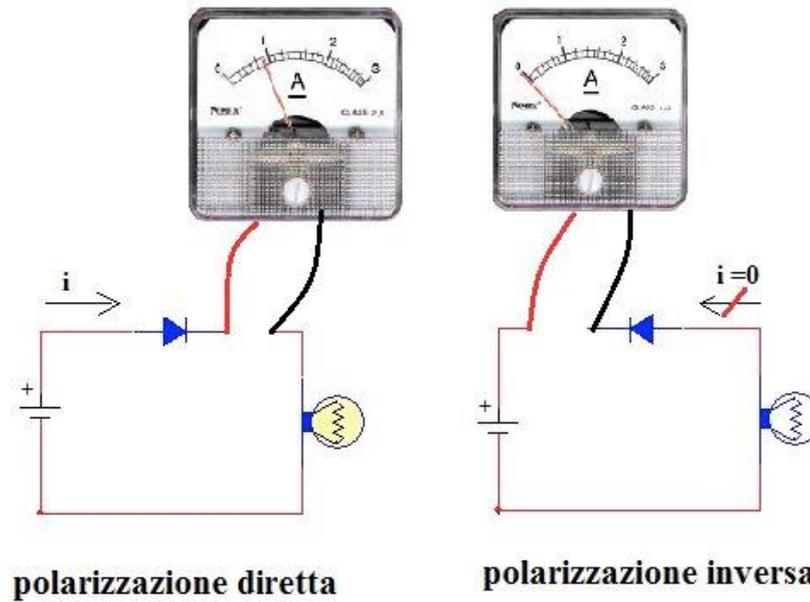
TENSIONE

quando il diodo è in polarizzazione diretta, la tensione è piccola
(pochi decimi di volt, in molti casi può essere considerata
praticamente zero)

quando il diodo è in polarizzazione inversa, la tensione ai suoi
capi è praticamente uguale a quella della batteria



CORRENTE



TENSIONE DI SOGLIA – DIODI REALI

modello del diodo ideale: il diodo inizia a condurre non appena la tensione applicata fra anodo e catodo diventa positiva

diodi reali: affinché il diodo conduca (entri cioè in zona di polarizzazione diretta) occorre che la tensione applicata superi un valore non nullo (tensione di soglia)

tipicamente la tensione di soglia è compresa fra

0,6 e 0,8 V per i diodi al silicio

0,2-0,4 V per quelli al germanio

QUINDI...

- $E \leq 0$

il diodo è in polarizzazione inversa e non conduce

$$i = 0A$$

$$V_r = 0V$$

$$V_d = E$$

- $V_s < E \leq 0$

il diodo rimane in zona di polarizzazione inversa

- $E \geq V_s$

il diodo entra in zona di polarizzazione diretta e comincia a condurre corrente

la tensione ai capi del diodo si mantiene pressoché costante e sempre uguale alla tensione di soglia V_s (in realtà non è del tutto vero)

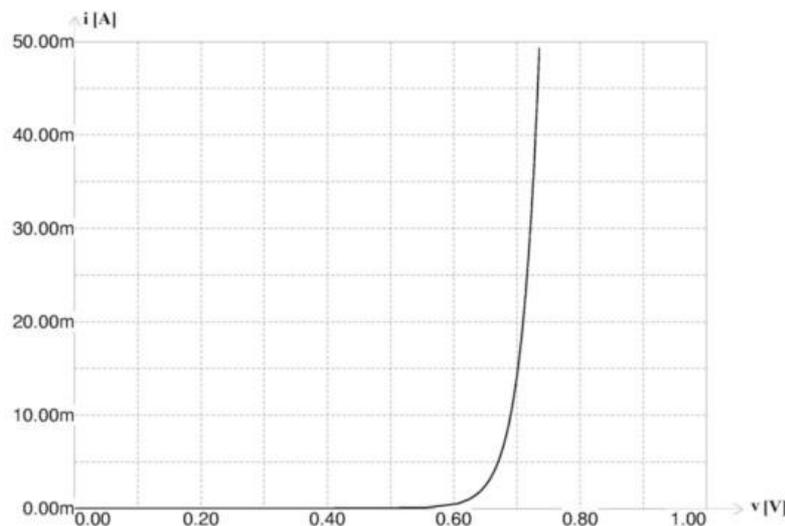
TRANSCARATTERISTICA

POLARIZZAZIONE DIRETTA

Il funzionamento reale del diodo può essere rappresentato per mezzo di un grafico che prende il nome di caratteristica ingresso-uscita (o transcaratteristica del diodo)

la corrente nel diodo è praticamente fino alla tensione di soglia (circa 0,6 V) poi la corrente cresce molto rapidamente (anche con piccole variazioni della tensione applicata)

In pratica, una volta raggiunta la tensione di soglia, il diodo diventa un conduttore quasi perfetto, con una bassissima resistenza equivalente

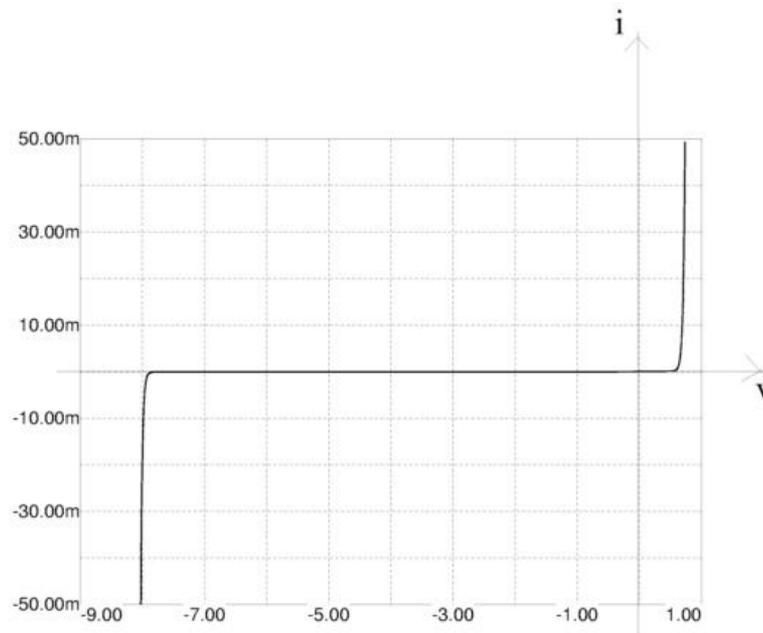


TRANSCARATTERISTICA

POLARIZZAZIONE INVERSA

per tensioni negative fino a qualche volt la corrente inversa che attraversa il diodo può generalmente essere considerata nulla (il diodo si comporta come un tasto aperto)

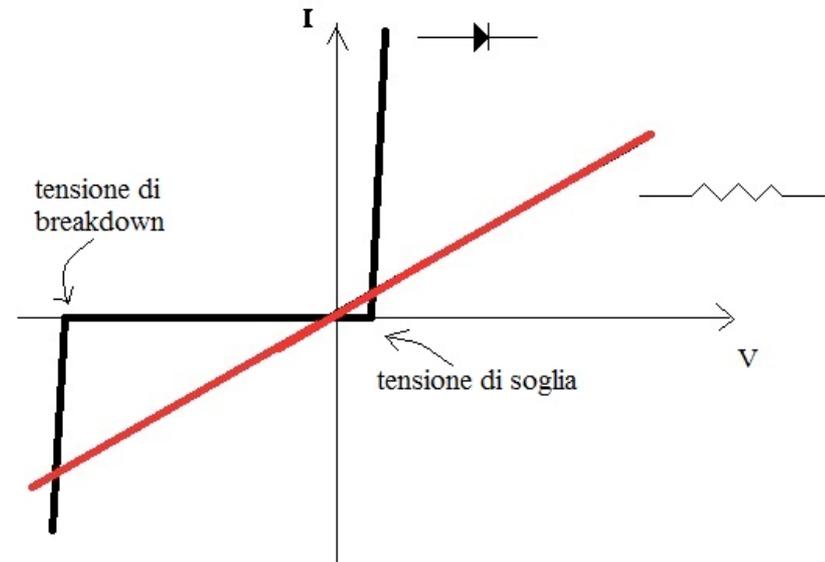
se si raggiunge un valore di tensione negativa piuttosto elevato, la corrente inversa nel diodo aumenta molto rapidamente. Tale valore limite di tensione viene detto tensione di breakdown o di rottura



NON LINEARITÀ DEL DIODO

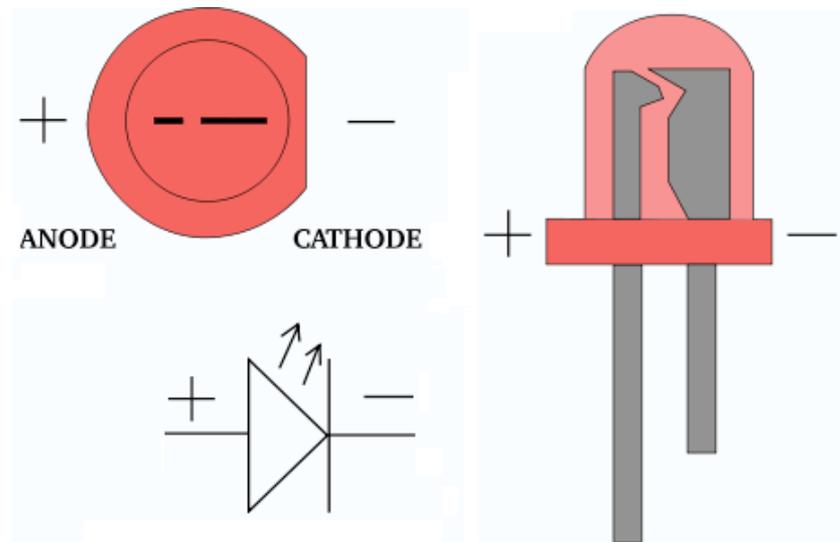
La curva caratteristica del resistore è una retta (è un componente lineare)

Il diodo invece è un componente non lineare, come si può facilmente osservare dalla forma della sua curva caratteristica, tutt'altro che rettilinea. Tensione e corrente non sono legate fra loro da una proporzionalità diretta



DIODO LED

Il diodo LED (*light-emitting diode*) è un tipo di diodo che, se polarizzato direttamente e percorso da una corrente sufficiente, emette luce di colori diversi in base a un fenomeno fisico detto *elettroluminescenza*.



L'elettroluminescenza è un particolare tipo di luminescenza che caratterizza alcuni materiali in grado di emettere luce sotto l'azione di un campo elettrico, ovvero quando attraversato da una corrente elettrica.

I VANTAGGI DEL LED

- produzione di calore minima
- un tempo di vita medio molto elevato
- la possibilità di generare luce di diverso colore
- dimensioni molto compatte
- maggior robustezza
- accensione a freddo (oltre -50°C)
- assenza di mercurio o di altre sostanze tossiche

TENSIONE DI SOGLIA E COLORE

(in pratica) l'unica differenza rispetto ai diodi "normali" sta nel valore della tensione di soglia

Il valore della tensione di soglia dipende dal colore della luce emessa dal LED

Rosso	$610 < \lambda < 760$	$1.63 < \Delta V < 2.03$	Arseniuro di gallio e alluminio (AlGaAs) Fosfuro arseniuro di gallio (GaAsP) Fosfuro di alluminio gallio indio (AlGaInP) Fosfuro di gallio (GaP)
Arancione	$590 < \lambda < 610$	$2.03 < \Delta V < 2.10$	Fosfuro arseniuro di gallio (GaAsP) Fosfuro di alluminio gallio indio (AlGaInP) Fosfuro di gallio (GaP)
Giallo	$570 < \lambda < 590$	$2.10 < \Delta V < 2.18$	Fosfuro arseniuro di gallio (GaAsP) Fosfuro di alluminio gallio indio (AlGaInP) Fosfuro di gallio (GaP)
Verde	$500 < \lambda < 570$	$1.9 < \Delta V < 4.0$	Nitruro di gallio e indio (InGaN) / Nitruro di gallio (GaN) Fosfuro di gallio (GaP) Fosfuro di alluminio gallio indio (AlGaInP) Fosfuro di gallio e alluminio (AlGaP)
Blu	$450 < \lambda < 500$	$2.48 < \Delta V < 3.7$	Seleniuro di zinco (ZnSe) Nitruro di gallio e indio (InGaN) Carburo di silicio (SiC)
Viola	$400 < \lambda < 450$	$2.76 < \Delta V < 4.0$	Nitruro di gallio e indio (InGaN)



L.E.D. Zeppelin

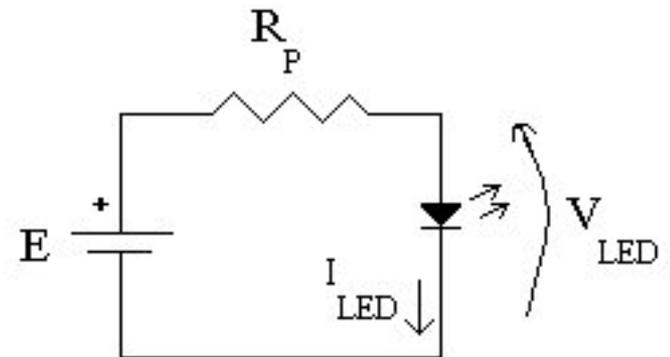
LED E RESISTENZA DI PROTEZIONE

Il LED si illumina se

- viene polarizzato direttamente
- viene percorso da una corrente di intensità sufficiente

NON COLLEGARE MAI UN LED
DIRETTAMENTE
AL GENERATORE DI TENSIONE

Bisogna (quasi sempre) usare una *resistenza di protezione* collegata in serie al LED



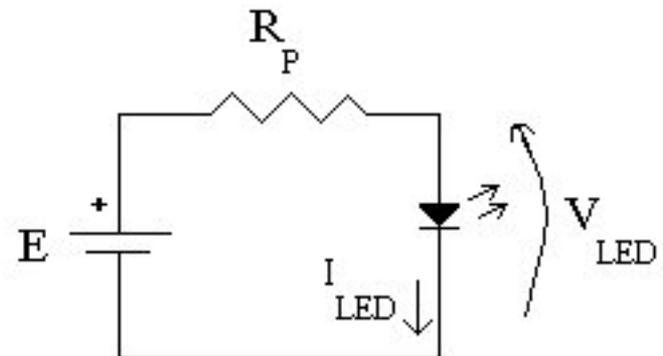
COME CALCOLARE LA RESISTENZA

Il valore della resistenza dipende dal valore della tensione di soglia!

Per la legge di Ohm $i_{LED} = \frac{V_{RP}}{R_P}$

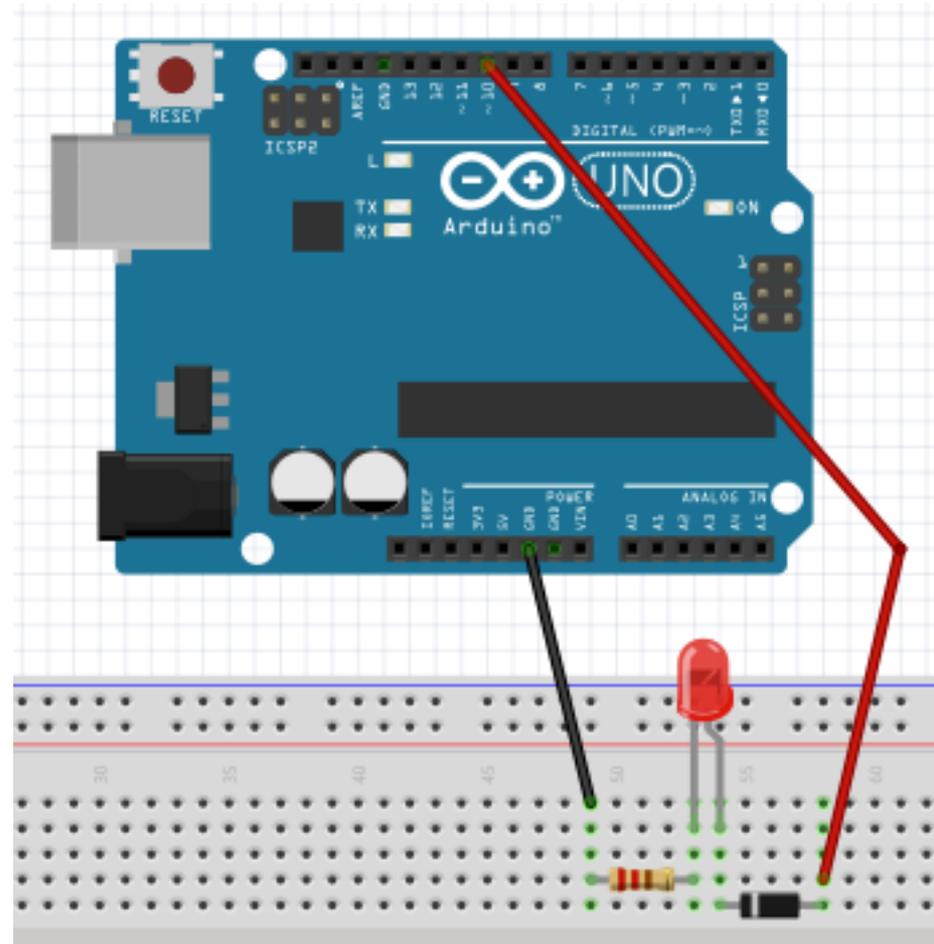
Per esempio se $E = 5 \text{ V}$, $V_{led} = 2 \text{ V}$ e $I_{led} = 15 \text{ mA}$ abbiamo (tenendo conto della caduta di tensione ai capi del led)

$$R_P = \frac{5 - 2}{15m} = 200\Omega$$



DIODO

- Riprendiamo blink semplice
- Facciamo lampeggiare un led ESTERNO (su un pin diverso da 13)
- Inseriamo un diodo
- Cosa succede? (2 cose)
- Cosa cambia se “giro” il diodo?



SCARICA DEL CONDENSATORE - SKETCH

Compc

```
const int chargePin=12;
const int readPin=A0;
int value, initialMillis;

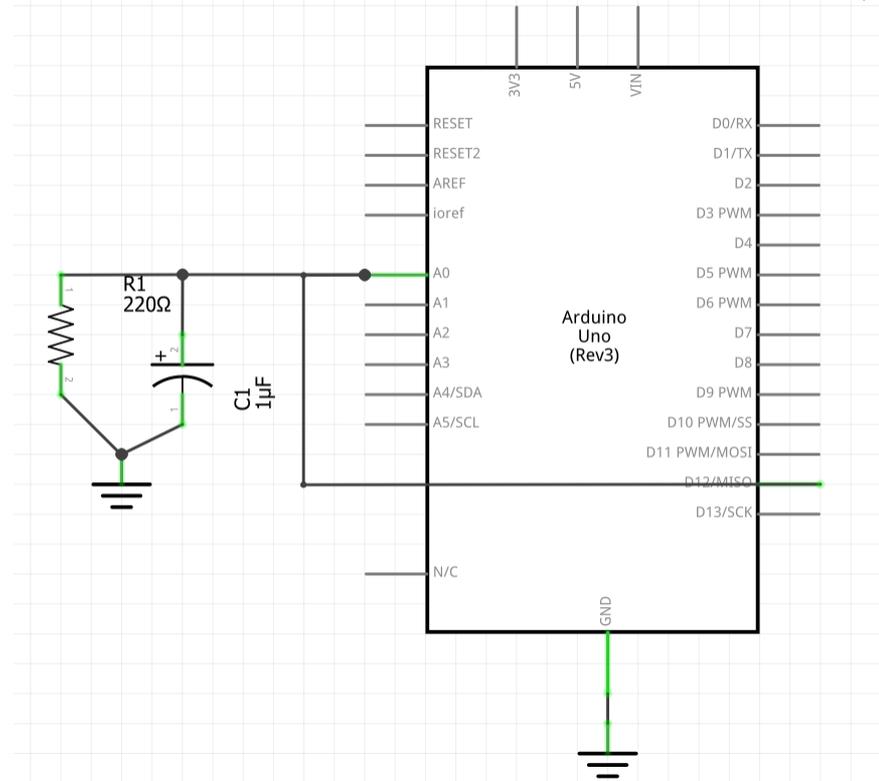
void setup() {
  pinMode(chargePin, OUTPUT);
  pinMode(readPin, INPUT);

  Serial.begin(9600);
  digitalWrite(chargePin, HIGH);
  delay(1000);
  pinMode(chargePin, INPUT);

  initialMillis=millis();
}

void loop() {
  value = analogRead(readPin);

  if(value>0){
    //Serial.print(millis()-initialMillis);
    //Serial.print(" ");
    Serial.println(value);
    delay(1);
  }
}
```



SCARICA DEL CONDENSATORE

```
const int chargePin=12;
const int readPin=A0;
int value, initialMillis;

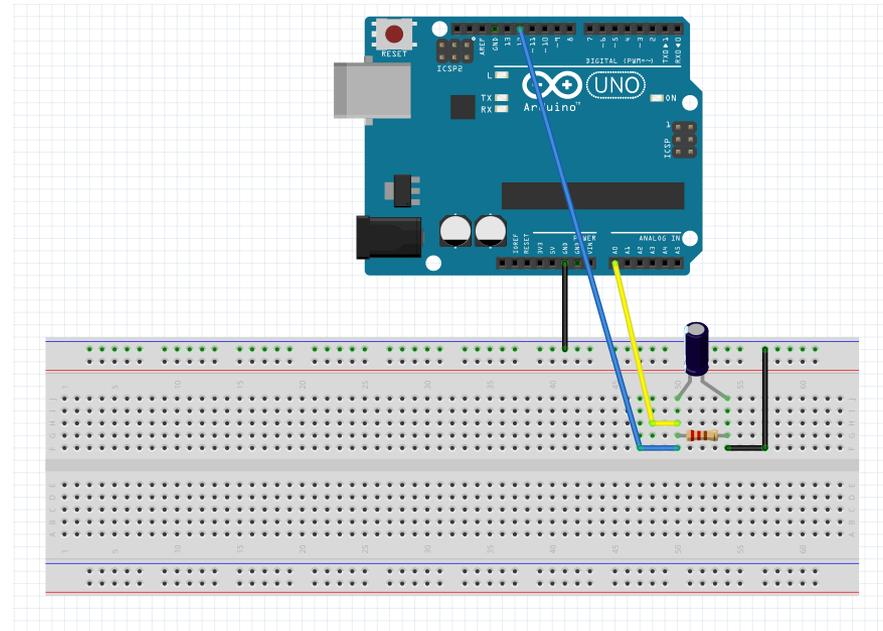
void setup() {
  pinMode(chargePin, OUTPUT);
  pinMode(readPin, INPUT);

  Serial.begin(9600);
  digitalWrite(chargePin, HIGH);
  delay(1000);
  pinMode(chargePin, INPUT);

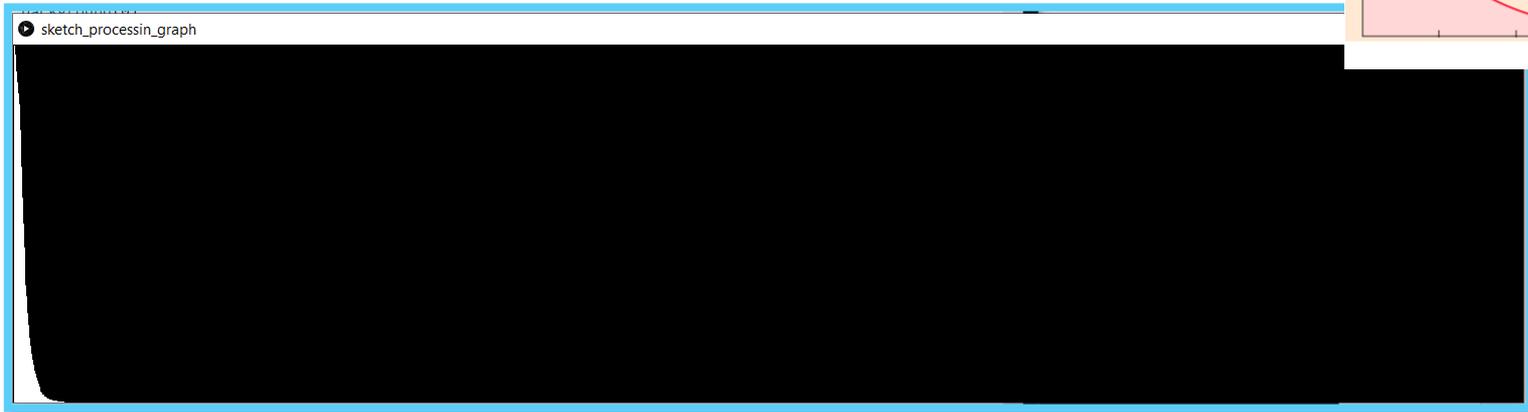
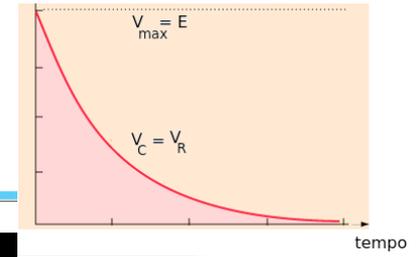
  initialMillis=millis();
}

void loop() {
  value = analogRead(readPin);

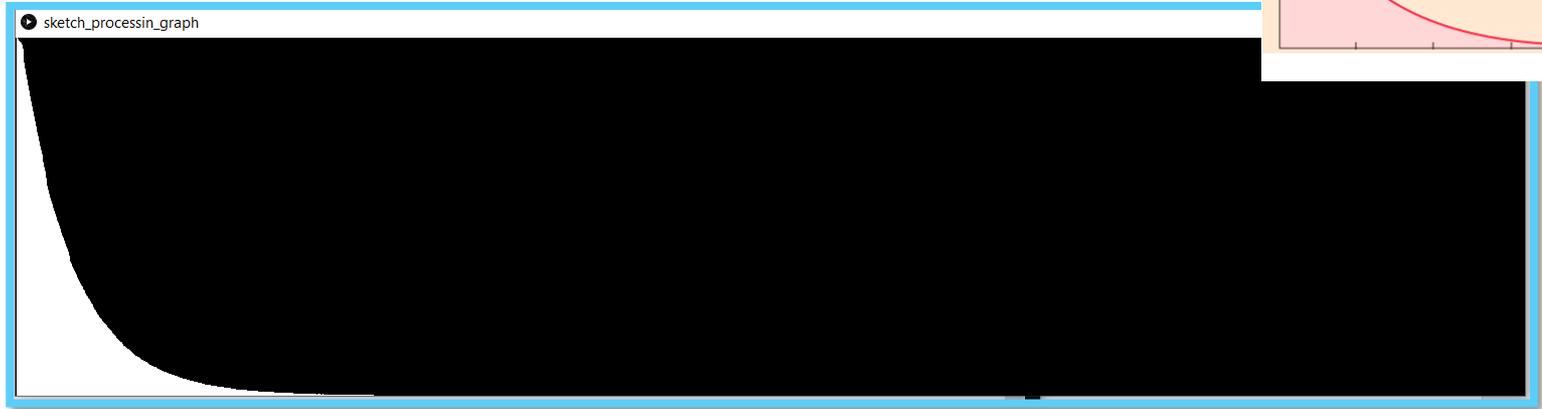
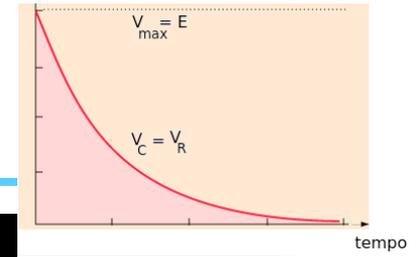
  if(value>0){
    //Serial.print(millis()-initialMillis);
    //Serial.print(" ");
    Serial.println(value);
    delay(1);
  }
}
```



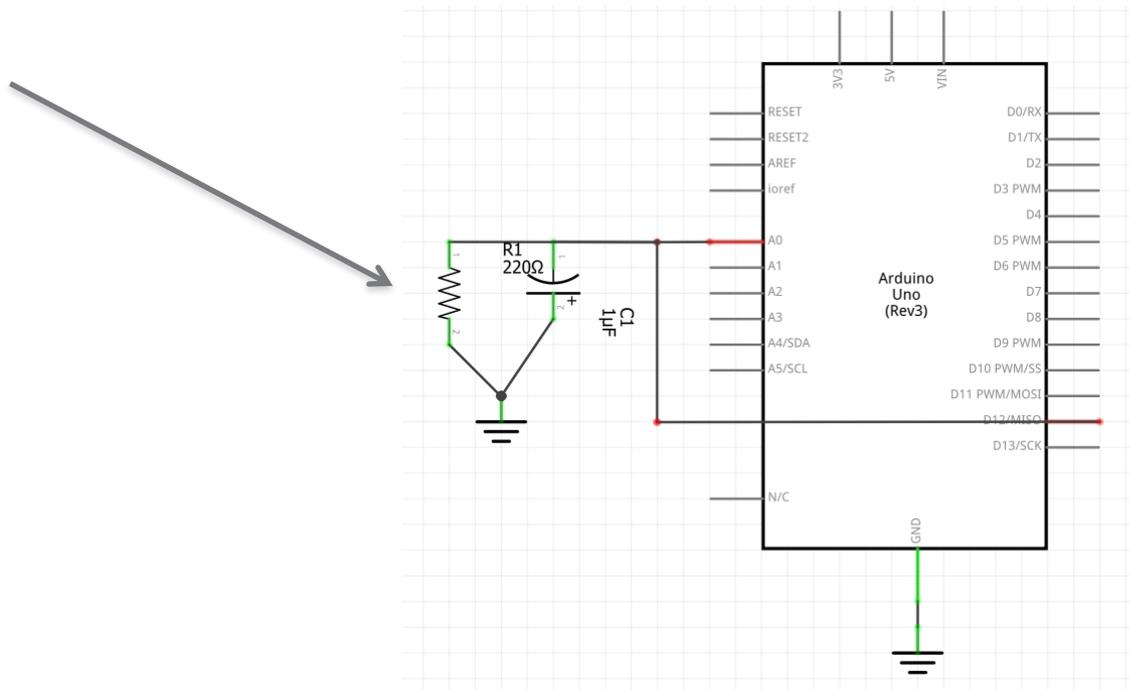
GRAFICANDO (10K R)



GRAFICANDO (82K R)



E se cambio il resistore di scarica con uno a resistenza più bassa?



PROVATE A CAMBIARE

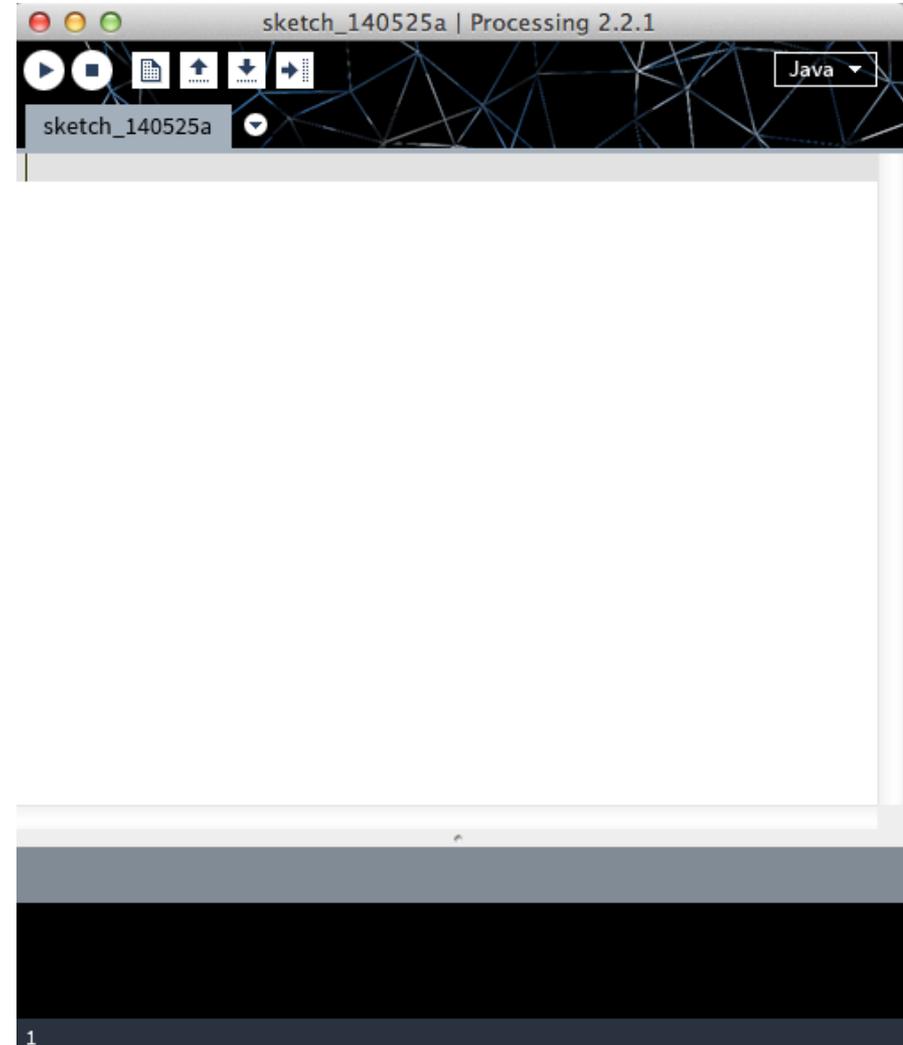
Condensatore

Resistenza di scarica

Tempo di carica

PROCESSING

- Comunicazione tra pc e arduino
- Interfaccia molto simile all'IDE di arduino
 - Familiare
 - Facilità di errore



PROCESSING - 1

```
import processing.serial.*;
void setup(){
  println(Serial.list());
}
```

Segnatevi la porta seriale!

```
import processing.serial.*;
Serial serial_port;
int xPos=0;
float inByte=0;

void serialEvent(Serial serial_port) {

  String valueStr = serial_port.readStringUntil('\n');

  if (valueStr==null)
    return;

  inByte=float(valueStr);
  if (Float.isNaN(inByte))
    return;

  inByte=map(inByte, 0.0, 1023.0, 0.0, (float)height);

  if (xPos<=width)
    redraw();

}
```

```
void setup() {
  size(1500, 360);
  background(0);
  noLoop();

  serial_port=new Serial(this, "COM22", 9600);
  serial_port.bufferUntil('\n');
}

void draw() {
  stroke(255);
  line(xPos, height, xPos, height-inByte);
  xPos++;
}
```

INTERRUPT

segnale asincrono

indica la necessità di “attenzione” da parte di una periferica collegata ad Arduino.

generato quando si verifica una variazione di stato su uno dei piedini di Arduino.

Normalmente il microcontrollore esegue all'interno del `loop()` in modo sequenziale e ripetitivo, ma quando si verifica un interrupt viene interrotto il flusso delle istruzioni all'interno del `loop()` ed invocate altre routine (create dall'utente).

Quando le routine terminano il flusso del programma prosegue normalmente.

L'utilizzo dell'interrupt è particolarmente utile quando

- necessità di gestire in background alcune routine
- eseguire istantaneamente un'operazione nel caso si manifesti un evento asincrono esterno.

INTERRUPT

`attachInterrupt(interrupt,funzione,modo)`

funzione: è la funzione che viene chiamata quando si verifica l'interrupt;
non deve avere parametri e non deve restituire alcun valori

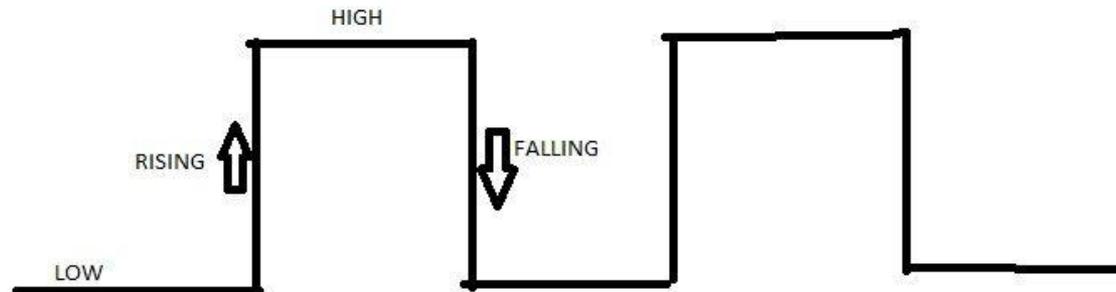
La rilevazione della variazione di stato sui pin di Arduino può avvenire in modi diversi:

LOW l'interrupt viene eseguito quando il livello del segnale è basso

CHANGE l'interrupt viene eseguito quando avviene un cambiamento di stato sul pin

RISING l'interrupt viene eseguito quando si passa da un livello LOW ad un livello HIGH

FALLING l'interrupt viene eseguito quando si passa da un livello HIGH ad un livello LOW



INTERRUPT

Nota: all'interno della funzione utilizzata in **attachInterrupt:**

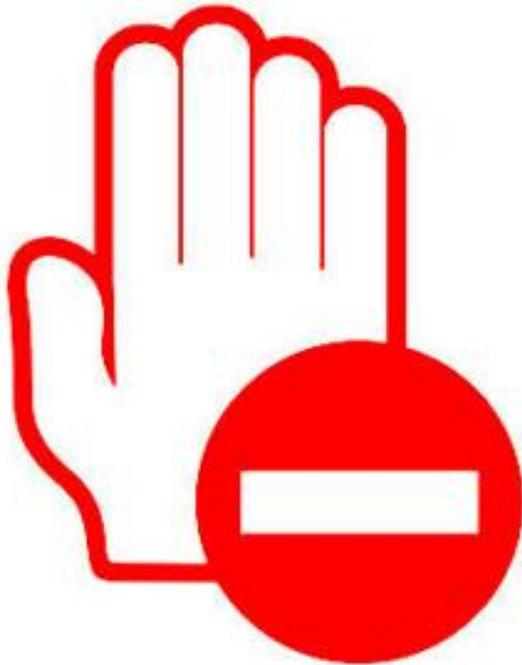
delay() non funziona;

il valore restituito dalla funzione millis() non verrà incrementato.

i dati seriali ricevuti durante l'esecuzione della funzione di interrupt possono essere sbagliati.

qualsiasi variabile modificabile all'interno della funzione attached (chiamata all'interno attachInterrupt) deve essere dichiarata come volatile.

INTERRUPT

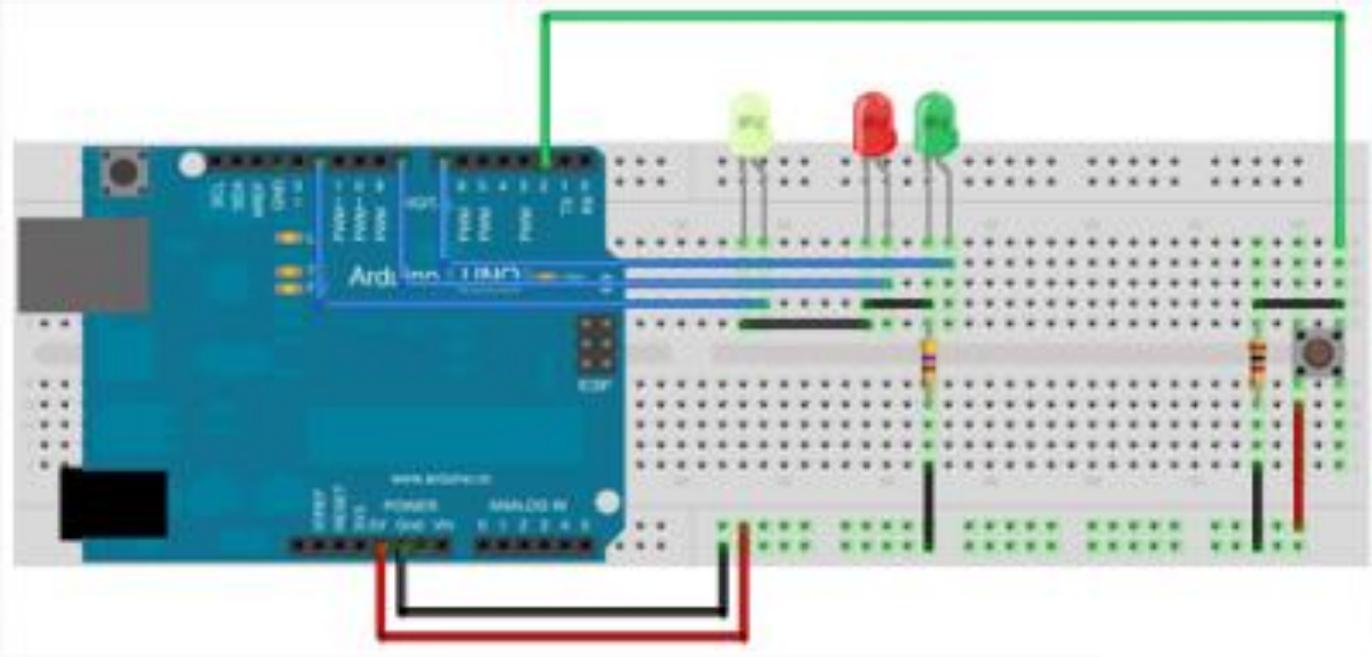


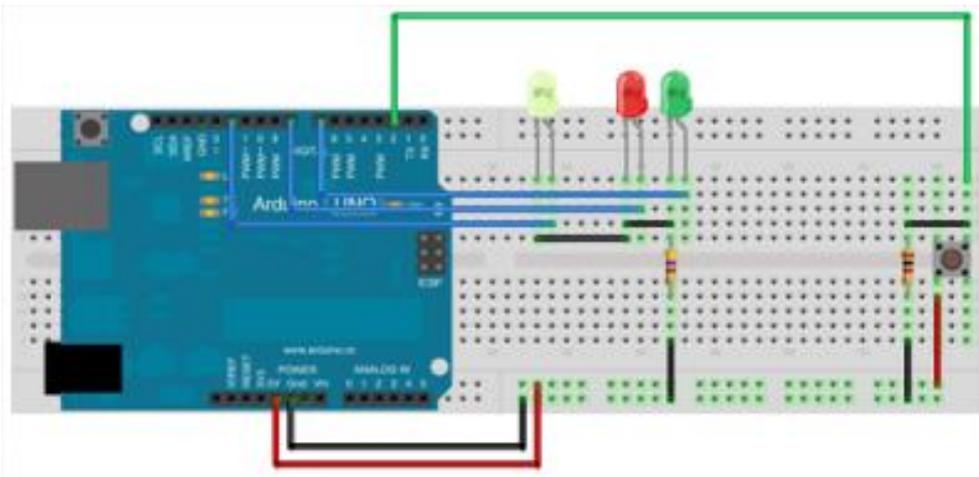
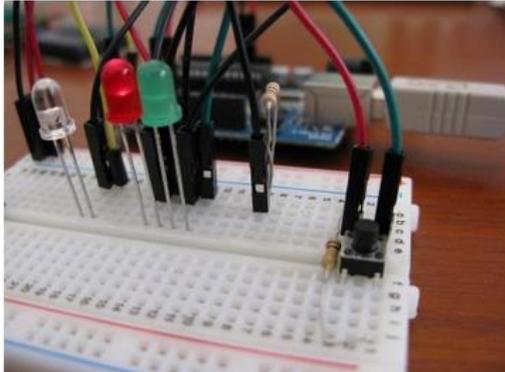
In questo esercizio vedremo
l'utilizzo di interrupt in Arduino

Hardware Richiesto:

- 3 Led (1 rosso, 1 giallo, 1 verde)
- 1 Pulsante
- 1 Resistenza da 1 K Ω
- 1 Resistenza da 470 Ω
- BreadBoard e cavi
- Arduino
- Cavo USB

INTERRUPT: COSTRUIRE IL CIRCUITO





```

int ledRed=8;
int ledGreen=7;
int ledYellow=12;
int interrCount=0;

void setup()
{
  pinMode(ledRed, OUTPUT);
  pinMode(ledGreen, OUTPUT);
  pinMode(ledYellow, OUTPUT);

  digitalWrite(ledRed, LOW);
  digitalWrite(ledGreen, LOW);
  digitalWrite(ledYellow, LOW);

  attachInterrupt(0, interruptGiallo, RISING);
}

void loop() {
  interrCount++;

  digitalWrite(ledRed, HIGH);
  digitalWrite(ledGreen, LOW);
  delay(300);
  digitalWrite(ledRed, LOW);
  digitalWrite(ledGreen, HIGH);
  delay(300);

  if ( interrCount == 10 )
  {
    interrCount = 0;
    digitalWrite(ledYellow, LOW);
  }
}

void interruptGiallo()
{
  digitalWrite(ledYellow, HIGH);
}

```