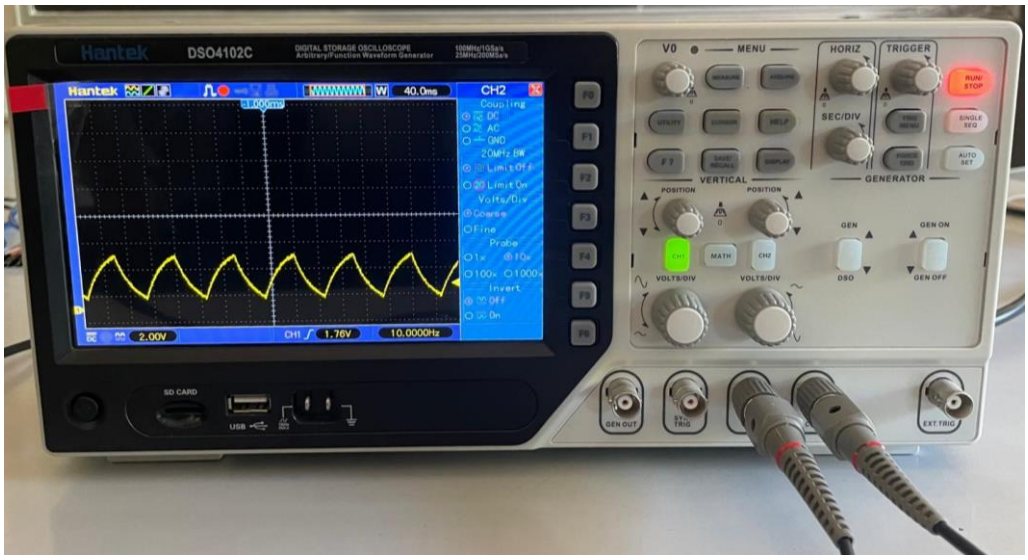


L'onda a pinna di squalo

ESPERIMENTO DI CARICA E SCARICA DEL CONDENSATORE

TRAMITE COSTRUZIONE DI UN CIRCUITO RC CON ARDUINO

Elisa Bidoglio, Sofia Ferretto e Elena Viale | 4° E | 20/04/2024

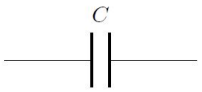
Scopo:

Osservare la carica e la scarica del condensatore in un circuito RC e verificare sperimentalmente i grafici che descrivono l'evento.

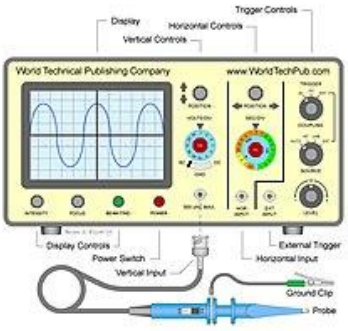
Premessa teorica:

- **Corrente**
  L'intensità di corrente (I) è una grandezza fondamentale del Sistema Internazionale che misura la quantità di carica che attraversa la sezione di conduttore nell'unità di tempo. L'unità di misura è l'Ampere (A) che si ricava dal rapporto coulomb/secondi.
- **Resistenza**
  È una delle grandezze fisiche che descrivono la corrente elettrica. Misura la tendenza di un corpo ad opporsi al passaggio di una corrente elettrica quando è sottoposto ad una tensione. Dipende dal materiale del corpo, dalle sue dimensioni e dalla sua temperatura. Nel sistema internazionale l'unità di misura della resistenza elettrica è l'ohm (Ω).

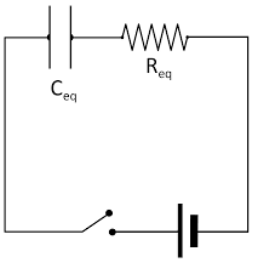
- **Tensione**
  È detta anche differenza di potenziale, è proporzionale all'energia necessaria per spostare una carica elettrica da un punto all'altro all'interno di un campo elettrico. Nel Sistema Internazionale l'unità di misura è il volt (V).
- **Condensatore**
  È un dispositivo costituito da due conduttori, chiamati armature, carichi elettricamente, e ha la funzione di immagazzinare energia elettrica. Quando le due armature hanno carica uguale e segni opposti si genera tra di esse una differenza di potenziale e un campo elettrico.



- **Oscilloscopio**
  Si tratta di uno strumento di misura elettronico che consente di visualizzare, su un grafico bidimensionale, l'andamento dei segnali elettrici nel dominio del tempo, quali ad esempio di tensione e corrente. L'asse verticale (ordinata Y) rappresenta la grandezza di misura considerata e l'asse orizzontale (ascissa X) rappresenta il periodo. Generalmente si usa per analizzare segnali periodici.
  È dotato di una sonda che viene collegata in parallelo al condensatore del circuito per misurarne la differenza di potenziale. Viene collegata al polo positivo con una presa ad uncino e al polo negativo con una presa a coccodrillo.
  Viene ampiamente utilizzato in ambito industriale, di assistenza, manutenzione e installazione.



- **Circuito RC**
  È un circuito elettrico costituito da un generatore di tensione, una resistenza, un condensatore e un interruttore. Quest'ultimo è fondamentale per regolare i processi di carica e di scarica del condensatore, controllando la carica sulle armature e la corrente che

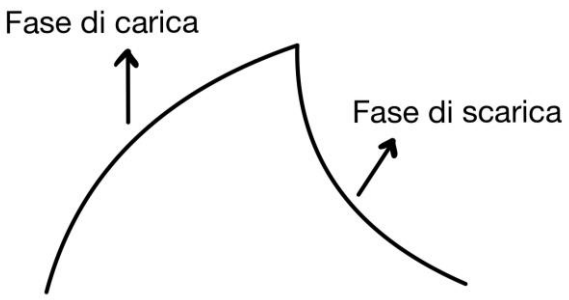


scorre nel circuito. Il condensatore si carica quando viene chiuso l'interruttore e si scarica quando questo viene aperto.
Il comportamento della tensione sul condensatore è descritto dalle seguenti funzioni di tipo esponenziale:

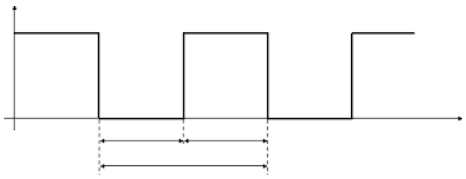
Fase di carica ⟶ V(t)= $v_0(1 - e^{-\alpha t})$
Fase di scarica ⟶ V(t)= $v_0(e^{-\alpha t})$

In cui α= 1/RC

- **Onda a pinna di squalo**
  L'oscilloscopio produce onde a pinna di squalo che mostrano la fase di carica e di scarica del condensatore. La forma di questo tipo di onde ricorda, appunto, la pinna di uno squalo.



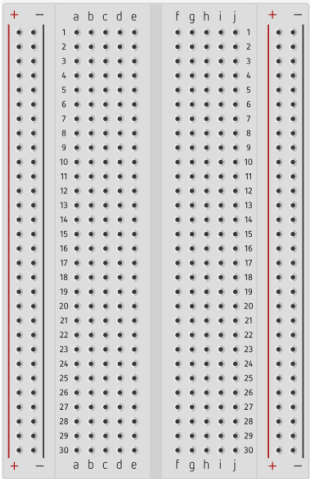
- **Arduino**
  È una piccola scheda elettronica dotata di microcontrollore e diversi componenti elettronici. Possiede pin analogici e digitali che, generando un'onda quadra, simulano l'apertura e la chiusura del circuito. Perciò funge da generatore e interruttore del circuito elettrico.
- **Onda quadra**



L'output di un pin digitale di Arduino è un'onda quadra (in un grafico che descrive la tensione in funzione del tempo) che ha solo due livelli: LOW (0V) e HIGH (5V).

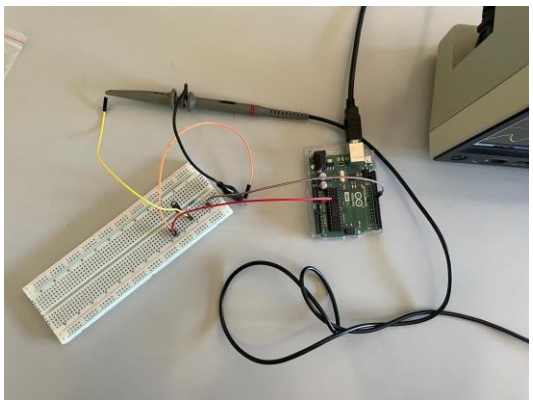
-Quando V(t)= 0V, il circuito si comporta come se non esistesse il generatore di tensione, quindi il condensatore è scarico.
-Quando V(t)= 5V, il circuito si comporta come se fosse collegato ad una batteria di 5V, quindi il condensatore si carica.

- **Breadboard e collegamenti in serie e parallelo**
  La breadboard è un oggetto che permette il collegamento di più elementi circuitali (led, resistori, condensatori, sensori, ...) in serie e in parallelo in un circuito. Essa è composta da due parti speculari: all'esterno ci sono 2 colonne (una positiva in rosso, l'altra negativa in blu), all'interno 5 colonne con placche metalliche orizzontali isolate le une dalle altre. Questo rende le righe interne equipotenziali e isolate dalle altre righe. Per collegare in serie due elementi bisogna inserire il morsetto negativo del primo in un nodo equipotenziale (quindi sulla stessa riga) al nodo del morsetto positivo del secondo elemento (in ordine, dal pin al GND). Per collegare due elementi in parallelo i morsetti positivi devono essere sulla stessa riga, mentre entrambi i negativi su un'altra riga.



Materiale:

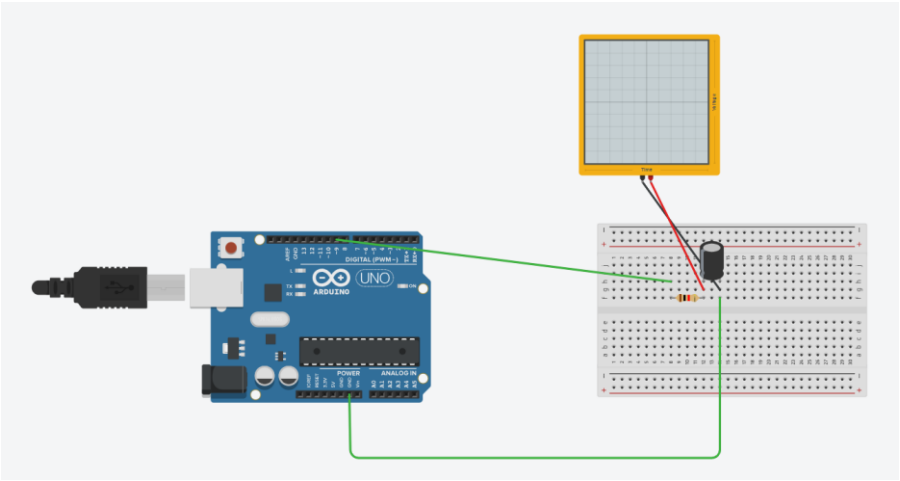
- Oscilloscopio (con sonda)
- Circuito RC con Arduino formato da:
    - 1 Arduino
    - 1 breadboard
    - 1 resistore da 10 kΩ
    - 1 condensatore da 3.3 μF
    - 4 cavetti
- PC con la IDLE di Arduino installata
- Cavo USB



Procedimento:

- PASSO PRIMO

Bisogna innanzitutto costruire il circuito RC. Lo schema è il seguente:



Troviamo: Arduino (che funge da generatore di tensione e interruttore), un resistore, un condensatore e infine il ground (GND). I cavi relativi al circuito RC vero e proprio sono in verde.

Il resistore e il condensatore sono collegati in serie.

L'oscilloscopio è collegato in parallelo al condensatore, con il morsetto positivo prima (collegato all'"uncino") e il morsetto negativo dopo (collegato al "coccodrillo").

Si deve porre attenzione a far iniziare il circuito da un pin digitale di Arduino (preferibilmente non 0 e 1, nell'esempio è riportato il 9) e terminare il circuito collegando il nodo negativo del condensatore a un GND.

- PASSO SECONDO

Bisogna collegare Arduino al PC tramite un cavo USB e scrivere il codice di attivazione del segnale. Un esempio può essere questo:

sketch_apr29a §

```
void setup() {
pinMode(9,OUTPUT);
}

void loop() {

digitalWrite(9,HIGH);
delay(400);

digitalWrite(9,LOW);
delay(400);

}
```

Nel *setup* bisogna inizializzare il pin digitale (nel nostro esempio il 9) in modalità OUTPUT.

Nel *loop* bisogna dare i comandi di 0V e 5V, con dei delay() per osservare poi sul grafico dell'oscilloscopio la carica e la scarica del condensatore.

Poi bisogna selezionare come porta l'Arduino collegato e avviare il codice.

- PASSO TERZO

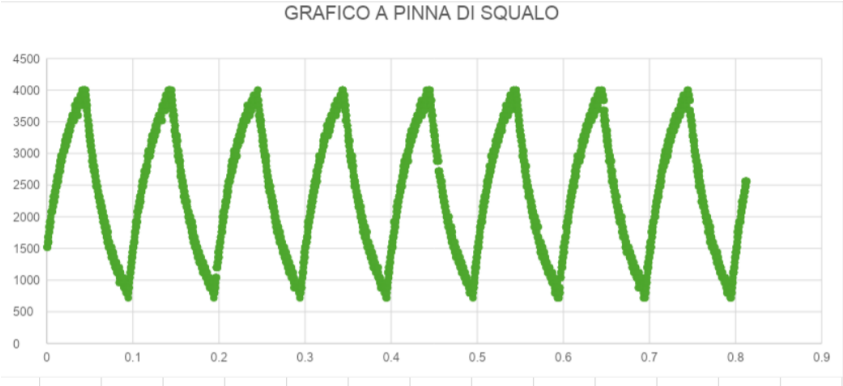
Si osserva il grafico riportato sullo schermo dell'oscilloscopio.

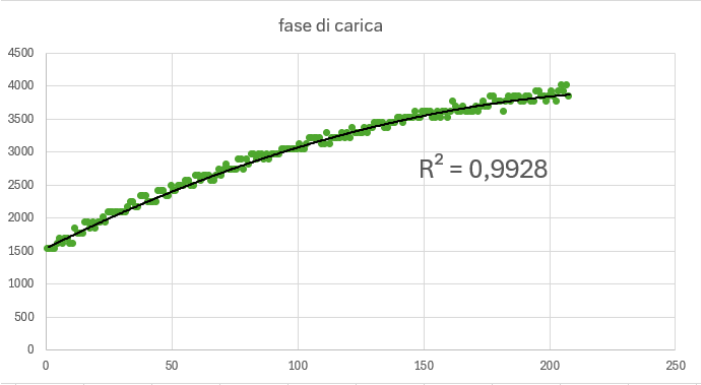
Per analizzare con Excel i dati, si caricano su una chiavetta USB e si scaricano su PC. Essi risulteranno divisi in 2 colonne (tempo e tensione), che poi dovranno essere selezionati per creare un grafico a dispersione. L'onda ricavata dovrebbe essere un'onda a pinna di squalo. Successivamente bisogna selezionare solo alcune serie di dati, per analizzare solo la fase di carica e separatamente la fase di scarica.

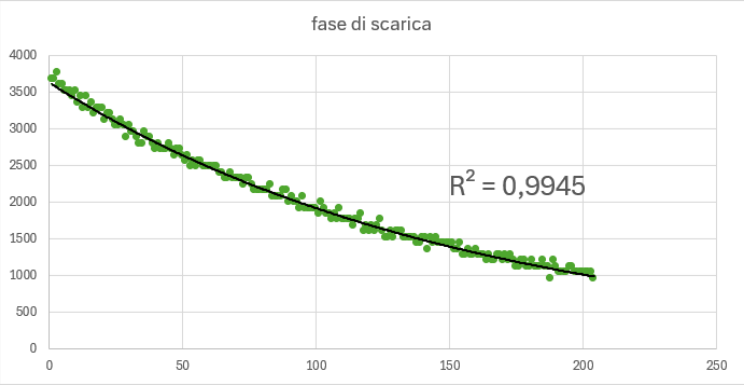
Per verificare la coerenza dei dati con la teoria, le curve descritte dai dati devono avere una linea di tendenza quanto più possibile vicina alle equazioni teoriche di carica e scarica. Questo si traduce nel calcolo dell'r^2, che deve essere quanto più possibile vicino all'1.

Dati ed elaborazione:

TEMPO	VOLT
2.00E-04	1520
4.00E-04	1520
6.00E-04	1520
8.00E-04	1520
1.00E-03	1600
1.20E-03	1680
1.40E-03	1600
1.60E-03	1680







Per tutti gli altri dati rilevati nel nostro esperimento, guardare il file Excel allegato.

Conclusione:

Osservando il valore dell'R^2, superiore a 0.99, possiamo affermare che le curve che abbiamo ottenuto con i dati sperimentali coincidono quasi perfettamente con la curva a pinna di squalo che la teoria implica. Infatti, sia la fase di carica che di scarica del condensatore sono descritte da esponenziali.

I minimi errori sono dovuti a rumori di fondo, parziale dispersione di corrente nel circuito e presenza di una resistenza nei cavetti.

In conclusione, possiamo constatare che le formule teoriche di carica e scarica del condensatore in un circuito RC sono state verificate sperimentalmente.