ELABORATO REDATTO ALLO SCOPO DI DESCRIVERE IL FUNZIONAMENTO DI UN OGGETTO INTERRATTIVO REALIZZATO CON GEOGEBRA

L'OGGETTO SIMULA UN CIRCUITO DC ELEMENTARE CON PILA E CONDENSATORE.

Ci troviamo di fronte ad un circuito composto da una pila con una fem *V* che va da 0 a 4 Volt e un condensatore dalla capacità variabile C che può assumere i valori compresi nell'intervallo [0.5; 5]. L'unica resistenza R presente è quella dovuta al filo del circuito che può assumere i valori compresi tra 0.1 e 4 Ω.

La pila volge il polo positivo verso l'alto per cui la corrente, partendo dal polo positivo, scorre in senso orario (ricordiamo che, per convenzione siamo soliti dire che si muovono le cariche positive mentre in realtà sappiamo bene che solo gli elettroni, carichi negativamente, si muovono all'interno di un conduttore). Dalla parte opposta è situato il condensatore che presenta le due facce in posizione orizzontale. Fin quando il circuito è aperto, chiaramente, non succede niente ma nel momento in cui andiamo a chiudere il circuito, con un determinato valore V della fem, abbiamo un movimento di cariche con un'intensità di corrente data dalla prima legge di Ohm: I_0 = V/R. Questo valore iniziale, quando la pila è carica, resterebbe più o meno costante. Tuttavia la presenza del condensatore, fa sì che le cariche positive, provenienti dal polo positivo della pila, inizino ad accumularsi sulla piastra superiore del condensatore rallentando il movimento delle altre cariche e quindi l'intensità di corrente, che col tempo diventa pressoché nulla.

Il grafico sovrastante il circuito, d'altra pare, ci mostra, in viola, l'andamento dell'intensità di corrente I (in funzione del tempo), che partendo dal valore massimo iniziale I_0(t=0) dato da V/R tende asintoticamente a 0.

La funzione della (t) è dunque una funzione decrescente espressa dalla formula

I(t) = $\boldsymbol{I_0 e^{-t/\tau}}$

Dove $\boldsymbol{\tau = RC}$ è il tempo caratteristico del circuito e

$\boldsymbol{I_0}$ = V/R è l'intensità di corrente massima, iniziale.

Contemporaneamente le cariche sul condensatore aumentano fino a raggiungere un valore massimo Q_0 = CV per cui la funzione che ci dà la carica in funzione del tempo

è una funzione crescente data da:

$$\mathbf{Q(t)} = \boldsymbol{Q_0}\left(\mathbf{1} - \boldsymbol{e}^{-t/\tau}\right)$$

con $\tau = RC$ e $Q_0 = CV$

Le variazioni delle due funzioni I e Q non sono costanti ma risultano molto rapide

Inizialmente ed estremamente lente in seguito. E la costante τ= RC, tipica di ciascun

circuito, indica il tempo necessario affinché la carica sul condensatore sia circa il 63% di quella massima e l'intensità della corrente il 37% di quella iniziale. Ad un tempo, poi, pari a 5τ la carica sul condensatore è praticamente quella massima (Q = 99,3% Q_0) mentre l'intensità di corrente è quasi nulla ($I = 0{,}7\%\ I_0$).

Ma cosa succede nel circuito? Inizialmente le cariche fluiscono con una certa rapidità andando a depositarsi sul condensatore ma, man mano che le cariche presenti sul condensatore aumentano,

il caricamento rallenta in quanto aumenta la difficoltà a caricare altre cariche per la forza repulsiva delle cariche già presenti. In poche parole il condensatore genera un potenziale che si oppone a quello della pila e fin quando la differenza tra il potenziale della pila e quello del condensatore è diverso da zero, abbiamo un trasferimento delle cariche, quando poi questa differenza tende a zero, non c'è più movimento di cariche.
L'animazione del circuito, poi, ci fa vedere come variano i grafici di Q ed I al variare della fem, della C e della R.

- aumentando la capacità C del condensatore, con R e V fissi, le piastre si avvicinano (ricordiamo che la capacità di un condensatore è inversamente proporzionale alla distanza tra le piastre C = ε_0 A/d dove ε_0 è la costante dielettrica nel vuoto) e sia il grafico di $Q(t)$ che quello di $I(t)$ aumentano la loro intensità: Q(t) perché deve raggiungere un valore asintotico (Q_0 = CV) di ordinata sempre più grande (sempre più in alto nel grafico); $I(t)$ perché può fluire per più tempo prima di "*riempire di cariche*" le armature del condensatore.
- Aumentando la fem della pila, con R e C fissi, la curva della carica s'innalza perché aumenta il valore massimo $Q_0 = CV$
- Aumentando, infine, la resistenza R del circuito con C e V costanti, aumenta il tempo necessario al condensatore per caricarsi perché la resistenza si oppone al passaggio delle cariche per cui sia Q che I non hanno più variazioni rapide all'inizio ma tendono a salire o a scendere in maniera più *dolce*.

Una volta che il condensatore è completamente carico, si comporta come un interruttore aperto e non c'è più movimento di cariche ma, isolando la pila, il potenziale generato dal condensatore fa fluire le cariche in senso opposto, dalla piastra positiva del condensatore a quella negativa (verso antiorario), fino a quando tutta l'energia accumulata non si dissipa in presenza della resistenza per effetto Joule.
In questo processo di **<u>scarica</u>**
Q(t) = $\boldsymbol{Q_0\, e^{-t/\tau}}$
I(t) = - $\boldsymbol{I_0\, e^{-t/\tau}}$
dove il segno "meno" di I(t) indica che la corrente circola in senso opposto rispetto a quello iniziale.

Carmen Guerrera, classe 5E
Anno scolastico 2022-2023