

Circuitos de Corriente Alterna

Alberto García García
(48718198-N)
agg180@alu.ua.es

Resumen—En esta primera práctica de la asignatura Física II del Grado en Física (curso académico 2018-2019) estudiaremos el movimiento de cargas en campos electromagnéticos. Para ello consideraremos diferentes partículas (iones de hidrógeno, electrones y protones) en diversos instrumentos típicos y estudiados en la parte teórica de la asignatura: el espectrómetro de masas, el selector de velocidades y el ciclotrón. Para cada caso desarrollaremos las ecuaciones analíticas que nos permitan resolver el movimiento de dichas partículas de forma teórica para posteriormente ejecutar los programas de simulación proporcionados con el objetivo de contrastar los resultados teóricos con los generados numéricamente. Además, exploraremos el efecto de variar ciertos parámetros en cada uno de los instrumentos también tanto de forma teórica como simulada.

El código Python que implementa esta práctica así las modificaciones realizadas a sus rutinas de visualización y las fuentes L^AT_EX de este informe se encuentran disponibles online en el repositorio https://github.com/Blitzman/physics/tree/master/fisica_2/practica_1.

I. Introducción

EN esta práctica estudiaremos mediante el uso de programas en el lenguaje Python la dinámica de circuitos RLC tanto con generador como sin él. Para ello, resolveremos las ecuaciones diferenciales que regulan dicha dinámica mediante el uso de algoritmos. Así pues, en la Sección II estudiaremos el caso sin generador mientras que en la Sección III abordaremos la situación con generador.

II. Circuito RLC en Serie sin Generador

El sistema que estudiaremos en esta primera sección es el mostrado en la Figura 1. En este caso disponemos de: un condensador inicialmente cargado C , una resistencia R , una bobina L y un interruptor abierto. A tiempo cero se cierra el interruptor y se estudia cómo evoluciona el sistema.

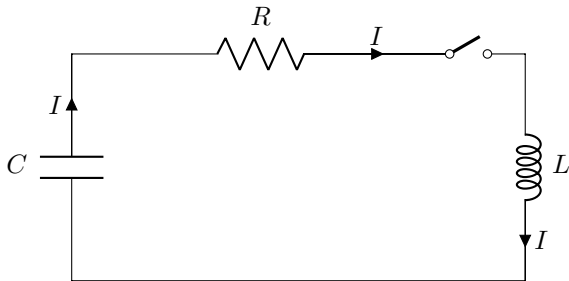


Figura 1: Circuito RLC en serie sin generador.

De forma teórica, podemos afirmar que la carga Q del condensador obedece a la siguiente ecuación diferencial:

$$L \frac{d^2 Q}{dt^2} + R \frac{dQ}{dt} + \frac{Q}{C} = 0, \quad (1)$$

siendo esta ecuación totalmente análoga a la de un oscilador armónico amortiguado y que presenta las mismas soluciones. En el caso de la práctica, el programa RCL.py hace uso de la rutina odeint para resolver dicha ecuación diferencial para tres casos diferentes: amortiguado, subamortiguado y sobreamortiguado.

A continuación analizaremos la dinámica de dichos circuitos en los tres casos usando el programa de integración proporcionado. Para ello emplearemos los siguientes valores para el condensador C [F], la bobina L [H] y el tiempo de simulación tal como se muestra en el Código 1.

```
C=75.0e-6 # Condensador
L=0.15 # Bobina
tf=1.0e-1 # Tiempo de simulación
```

Código 1: Datos de simulación para estudio de dinámica de circuito RLC sin generador.

Por otro lado, la resistencia R tendrá valores diferentes dependiendo de si el caso es amortiguado ($R = 0$ [Ω]), subamortiguado ($R^2 < 4L/C$ [Ω]) y sobreamortiguado ($R^2 > 4L/C$ [Ω]).

Para todos los casos representaremos la carga y la intensidad en función del tiempo $Q = f(t)$ [C] e $I = (f)$ [A] respectivamente. Además, también representaremos la variación de la energía magnética U_m [J], la energía electrostática U_e [J] y la suma de las dos U [J].

II-A. Oscilador Amortiguado

En esta sección estudiaremos el caso amortiguado, para el cual hemos elegido una resistencia de $R = 0$ [Ω] y hemos ejecutado el programa RCL.py modificado para obtener las gráficas de evolución de la carga (ver Figura 8), de la intensidad (Figura 10) y de las energías (Figura 4).

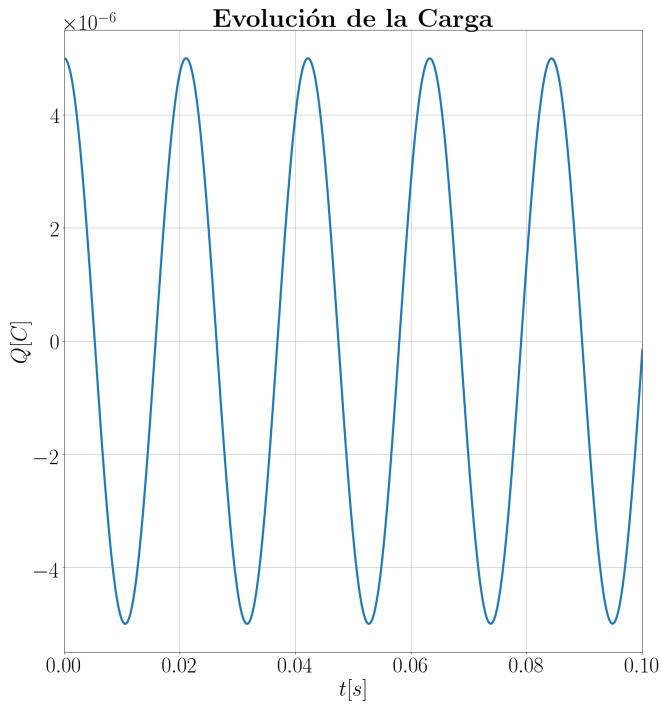


Figura 2: Evolución de la carga Q en el caso amortiguado para $R = 0$ $[\Omega]$.

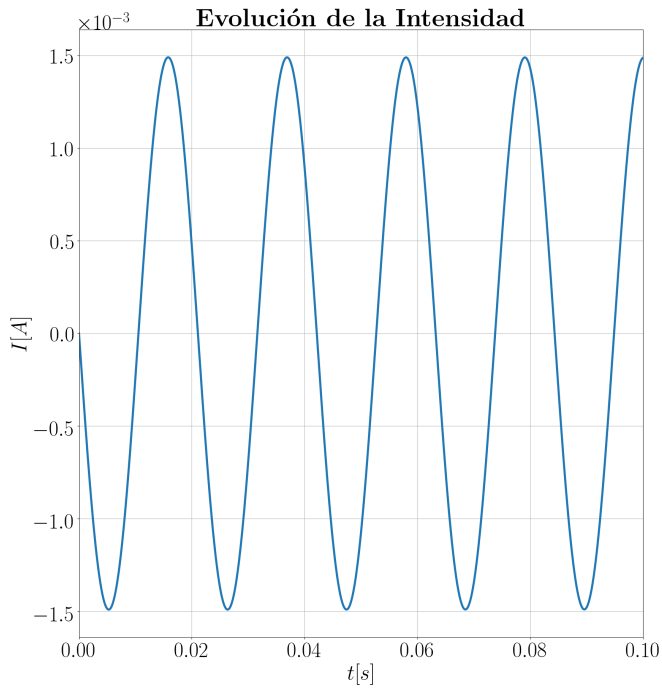


Figura 3: Evolución de la intensidad Q en el caso amortiguado para $R = 0$ $[\Omega]$.

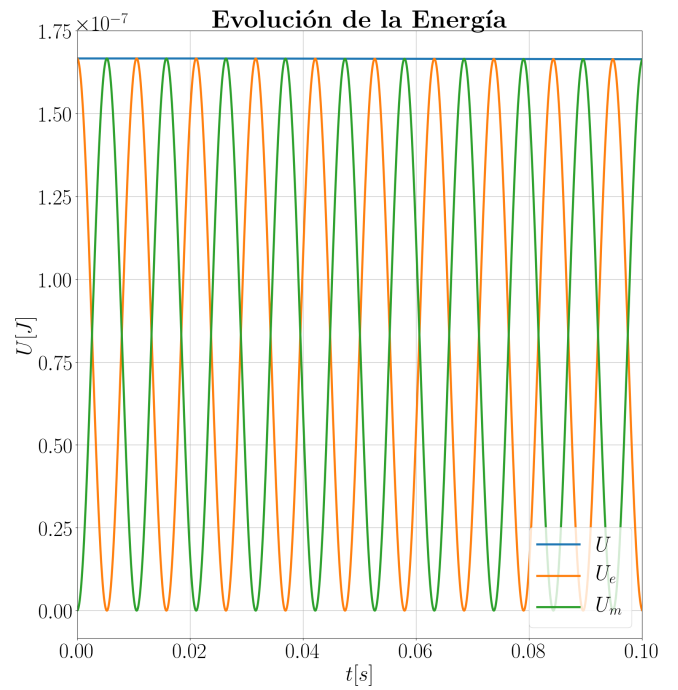


Figura 4: Evolución de las energías magnética U_m , electrostática U_e y total U en el caso amortiguado para $R = 0$ $[\Omega]$.

II-B. Oscilador Subamortiguado

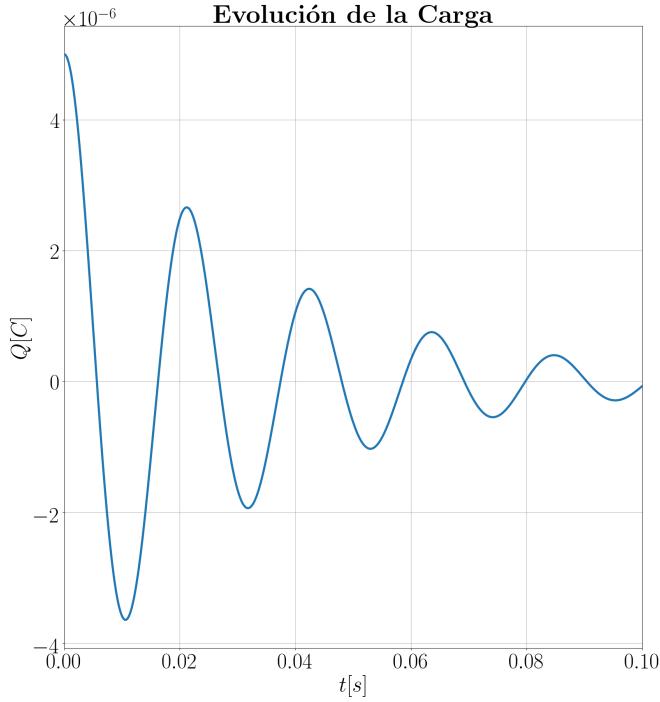


Figura 5: Evolución de la carga Q en el caso subamortiguado para $R = 0,1 \cdot \sqrt{\frac{4L}{C}}$ $[\Omega]$.

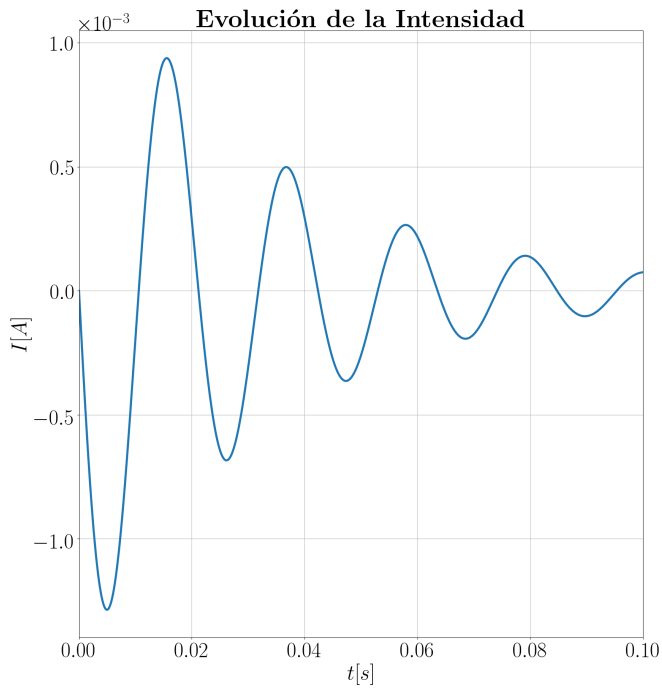


Figura 6: Evolución de la intensidad I en el caso subamortiguado para $R = 0,1 \cdot \sqrt{\frac{4L}{C}}$ $[\Omega]$.

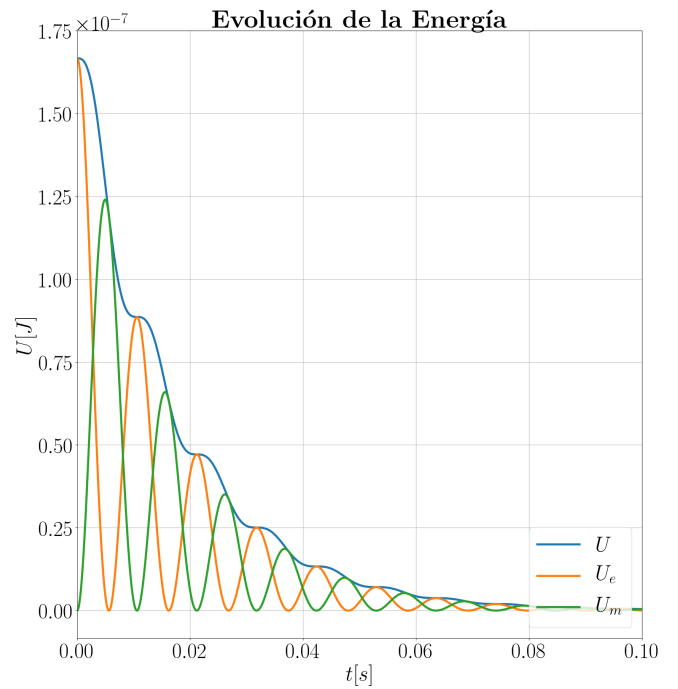


Figura 7: Evolución de las energías magnética U_m , electrostática U_e y total U en el caso subamortiguado para $R = 0,1 \cdot \sqrt{\frac{4L}{C}}$ $[\Omega]$.

II-C. Oscilador Sobreamortiguado

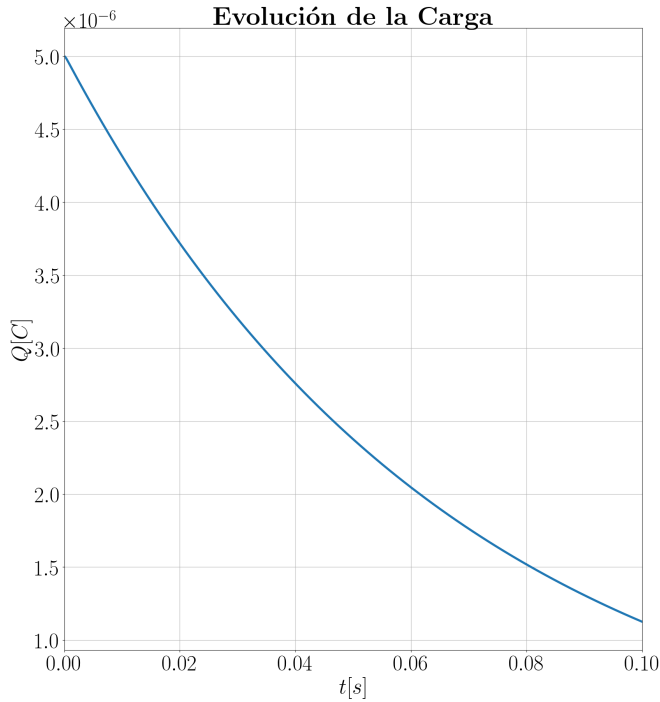


Figura 8: Evolución de la carga Q en el caso subamortiguado para $R = 10 \cdot \sqrt{\frac{4L}{C}}$ [Ω].

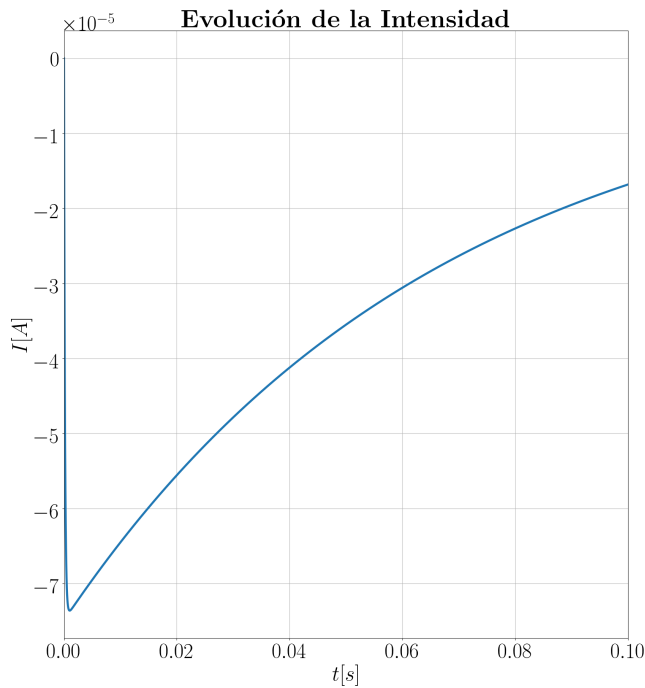


Figura 9: Evolución de la intensidad I en el caso subamortiguado para $R = 10 \cdot \sqrt{\frac{4L}{C}}$ [Ω].

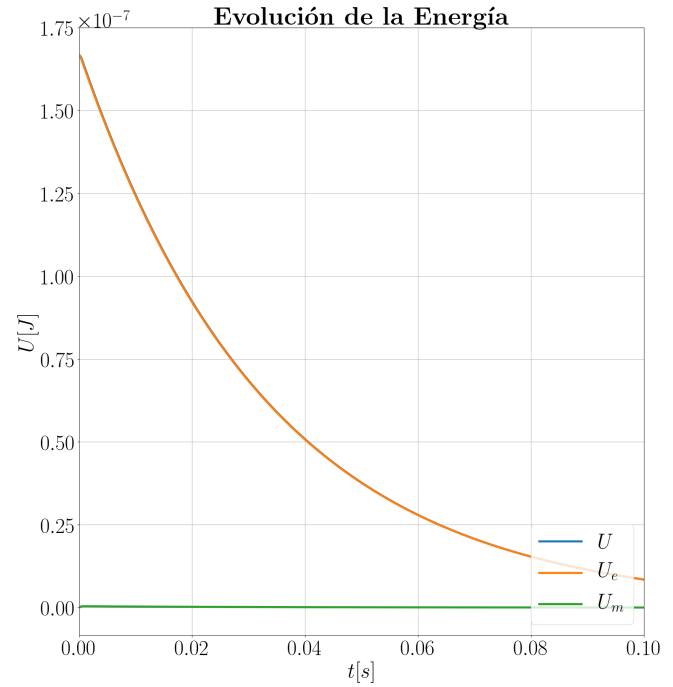


Figura 10: Evolución de las energías magnética U_m , electrostática U_e y total U en el caso subamortiguado para $R = 10 \cdot \sqrt{\frac{4L}{C}}$ [Ω].

III. Circuito RLC en Serie con Generador

III-A. Estudio Teórico Mediante Método de Fasores

III-B. Estudio de Resonancia

IV. Conclusión

El código Python que implementa esta práctica así como las fuentes \LaTeX de este informe se encuentran disponibles online en el repositorio https://github.com/Blitzman/physics/tree/master/fisica_2/practica_1.