Indrodução Condensador

Dois corpos carregados exercem forças um sobre o outro que dependem das suas cargas, da distância entre ambos e do meio em que se encontram. Se os corpos tiverem a mesma carga, essa força é repulsiva. Se as cargas forem opostas, a força é atractiva. Abstraindo, podemos considerar que uma dessas cargas forma um campo eléctrico, esse campo representa a força que uma carga unitária positiva sentiria se estivesse nessa posição. Outra grandeza associada aos campos eléctricos é o potencial eléctrico que representa o trabalho gasto para transportar uma carga unitária entre dois pontos em determinado campo eléctrico. Aos corpos que têm a capacidade de ter carga chamamos condutores. Estes normalmente encontram-se em equilíbrio, a carga distribui-se uniformemente pela sua superfície de modo a minimizar a sua energia.

Quando um condutor está isolado tem uma certa capacidade associada que depende apenas da sua geometria e do meio em que está inserido. A capacidade de um condutor é definida por:

\begin{equation}C=\frac{Q}{V}(1)\end{equation} \footnotesize{C-Capacidade\\V-Potencial\\Q-Carga }\\

Quando o condutor não está isolado, sofre a acção de outros condutores. Verifica-se uma perturbação no seu potencial e na sua capacidade. Ao condutor passa a estar associada uma capacidade própria e uma capacidade mútua, igual para o próprio e para o influenciador.

Existem outros materiais que não têm a capacidade de ter carga verdadeira nem de ser atravessados por carga eléctrica, a esses chamamos dieléctricos. Quando os dieléctricos são sujeitos a uma diferença de potencial surgem dipolos no interior do mesmo, dependo das caracterísctica do material pode surgir uma densidade de carga volumétrica ou/e superficial e assim um campo eléctrico.

Os condensadores são formados por um meio dieléctrico entre dois condutores (armaduras). Neste trabalho estudamos condensadores planos.

Num condensador plano a capacidade é dado por:

\begin{equation}C=\frac{\varepsilonS}{d}(2)\end{equation} \footnotesize{ $\varepsilon$ - Constante dieléctrica do meio\\S- superficie das armaduras\\d-distancia entre armaduras }\\

A energia armazenada num condensador é:

\begin{equation}W\_{c}=\frac{1}{2}CV^{2}=\frac{1}{2}QV=\frac{1}{2}\frac{Q^{2}}{V}(3)\end{equation}

Experiência realizada

Na primeira parte da experiência estudou-se a carga e a descarga de um condensador. Ao ligar um condensador a um gerador de corrente contínua este retira carga de uma das armaduras do condensador para a outra, criando uma diferença de potencial. Metade da energia gasta pelo gerador é dissipada na resistência a outra fica acumulada no condensador. Para descarregar o condesador substitui-se o gerador por um cuto-circuito. A carga acumulada numa das armaduras vai fluir pelo sistema até à outra. Neste circuito é necessária uma resistência para dissipar a potência armazenada no condensador e evitar correntes muito elevadas.

Na carga o circuito é o da figura 1. A equação que descreve o circuito é

\begin{equation}\varepsilon \_{a}=RI+Vc=RC\frac{dVc}{dt}+Vc(4)\end{equation}

A solução para a ddp no condensador é

\begin{equation} Vc(t)=V\_{c0}e^{\frac{-t}{RC}}+\varepsilon\_{a} (5) \end{equation}

Em que $V\_{c0}=-\varepsilon\_{a}$. Linearizando obtém-se

\begin{equation}ln\left ( \varepsilon \_{a}-V\_{c}(t) \right )=ln(\varepsilon \_{a})-\frac{t}{RC} (6)\end{equation}

Onde o declive é o tempo de relaxão do condensador $\frac{-1}{RC}$. Com os dados disponíveis e com a ajuda do programa obteve-se ainda o valor de $ \int\_{0}^{\infty }V\_{c}^{2}$ importante para o cálculo da energia do condensador. A descarga foi realizada ainda para resistências de 10k$\omega$, 20k$\omega$, 30k$\omega$, 40k$\omega$ e 50k$\omega$.

Na descarga do circuito a equação que o descreve é:

\begin{equation}0=RI+Vc= \frac{dVc}{dt}+\frac{Vc}{RC} (7)\end{equation}

A solução para a ddp é semelhante à expressão (5) a menos de uma constante com $V\_{c0}=\frac{Q}{C}$ e linearizada fica:

\begin{equation}ln\left ( V\_{c}(t) \right )=ln(V\_{c0})-\frac{t}{RC} (8)\end{equation}

O declive da recta dá-no outra vez o tempo de relaxação. Para a descarga usam-se outra vez as potencialidades do software para obter $ \int\_{0}^{\infty }V\_{c}^{2}$ e $ \int\_{0}^{\infty }V\_{c}$ necessárias para o calculo do balanço energético com a expressão (3).

Na segunda parte da experiência estuda-se o comportamento de um condensador em regime forçado. O circuito é o da figura 2. Considera-se que o condensador tem uma resistência em paralelo pois, apesar de muito pouca, passa corrente pelo meio dieléctrico entre as armaduras.

Uma das equações que descreve o circuito é:

\begin{equation}i=\frac{U\_{2}}{R\_{eq}}+c\frac{dU\_{2}}{dt}=\frac{U\_{1}-U\_{2}}{R\_{1}} (9)\end{equation}

Por análise complexa podemos concluir que a capacidade do condensador é:

\begin{equation}C=\frac{1}{\omega R\_{1}}\sqrt{\left ( \frac{U\_{1ef}}{U\_{2ef}} \right )^{2}-\left ( 1+\frac{R\_{1}}{R\_{eq}} \right )^{2}}(10)\end{equation}

Usando a relação (2) é possivel saber a constante dieléctrica do meio.

Pela análise das potências dissipadas em cada resistência obtem-se uma relação para a determinação da resistência equivalente:

\begin{equation} R\_{eq}=\frac{U\_{2ef}^{2}}{\left \langle U\_{1}\cdot U\_{2} \right \rangle-U\_{2ef}^{2}}R\_{1} (10)\end{equation}

Os valores de $U\_{2ef}$, $U\_{1ef}$ e $\left \langle U\_{1}\cdot U\_{2} \right \rangle$ são retirados de um programa do osciloscópio. A resistência variável $ R\_{1} $ é medida com um ohmímetro enquanto ainda está quente da passagem da corrente.

O uso do osciloscópio introduz um erro pois a ponta de medida tem um condensador e uma resistência em paralelo. $R\_{ponta}=1M\Omega $, $C\_{ponta}=120pF$

\begin{equation}R\_{condensador}=-\frac{R\_{ponta}R\_{eq}}{R\_{eq}-R\_{ponta}}(11)\end{equation}

\begin{equation}C\_{condensador}=C-C\_{ponta}(12)\end{equation}

As medidas foram efectuadas para 500Hz, 1kHz, 2kHz, 5kHz, 10kHz, 20kHz, 50kHz, 100kHz, 200kHz, 500kHz, 1MHz e 2MHz.