Analise DC Circuitos RC

Willian Souza Vieira

I. INTRODUCAO

NESTA experiência vamos conhecer a dinâmica de uma combinação de resistor e capacitor chamada circuito *RC*. O circuito RC é de fundamental importância em circuitos eletrônicos.
Isto se deve ao fato de que tal combinação fixa uma constante de tempo e com isto determina a rapidez do circuito eletrônico. Além disso, é interessante estudar o comportamento de um capacitor que está sendo carregado ou descarregado, pois o tipo de comportamento encontrado no circuito RC pode ser encontrado em inúmeras outras áreas das ciências exatas e engenharias

II. CIRCUITO RC

Vamos montar um circuito RC que consiste em um circuito que contem capacitor e resistor um ou mais. Nesse exemplo usaremos um de cada.

Um resistor de 100kΩ e um capacitor de 100µF, alimentados por uma fonte de 9volts. A Imagem-01 representa o circuito

A. Carga no capacitor

Com a chave aberta ligamos um multímetro em paralelo com o resistor e capacitor para monitorar a tensão. Fechamos a chave e ligamos o cronometro. Medimos ate a tensão no capacitor chegar a 6,3v.A formula para a carga do capacitor esta abaixo.

$$Vc = Vs(t).\left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right) + V0(t).e^{-t/RC}$$

Substituindo os valores descobrimos que o capacitor leva 9,94s para chegar a tensão de 6,3v. mas realizando o experimento real o tempo variou para 11,85s dentro do aceitável.

Descarregando o capacitor(através de um curto-circuito) realizamos mais uma medição dessa vez afim de calcular quanto tempo demora para o capacitor atingir a tensão de 9v

O tempo calculado foi de 23,04s, já no experimento real a medida variou para perto de 24,97s.

.

B. Descarga no capacitor

Com o capacitor carregado desligamos a fonte e monitoramos a sua queda de tensão.
A formula para a queda de tensão é:

$$Vr(t) = Vs(t) - Vs(t).\left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)$$

Queremos saber quanto tempo demora para a tensão no capacitor chegar a 3,6 volts, no experimento o valor medido foi de 5,11s.

Agora abrimos a chave e monitoramos o comportamento das tensões no resistor e no capacitor, sem interferência alguma as tensões caem devagar, na conclusão veremos que a tensão cai exponencialmente.
Colocando agora dois capacitores em paralelo ou seja somando suas capacitâncias(200µF) e repetindo o calculo para carregamento do capacitor ate 6,3v vemos que a tensão no capacitor demora mais para carregar e decai com mais rapidez.

Tempo para carga de um capacitor = 11,85
Tempo para carga de 2 capacitores em paralelo = 22,36

Já que a carga e a descarga dependem da constante de tempo que é $\tau = RC$.
Agora trocamos os capacitores em paralelo para uma formação em serie, e agora temos uma capacitância total de 50µF.repetindo o carregamento do capacitor ate 6,3v
Descobrimos que o tempo para carregar o capacitor cai para 5,42(valor medido).

C. Corrente do capacitor

No momento tempo zero o capacitor se comporta como um curto circuito. Após isso a formula que define a corrente no capacitor é:

$$ic(t0^{+}) = \frac{V - Vc(t0)}{R} = 1x10^{-3}A$$

III. RESPOSTA AO DEGRAU CKT RC

Vamos produzir uma onda retangular com frequência de 1KHz e amplitude de 5Vpp. Essa onda passara por um circuito(imagem-02) e vamos analisar o seu comportamento medindo suas tensões com a ajuda de um osciloscópio.

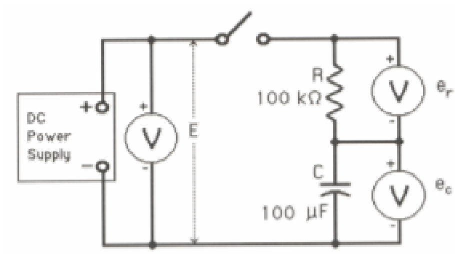

Imagem-02

O gráfico da onda gerada é visto abaixo(imagem-03)

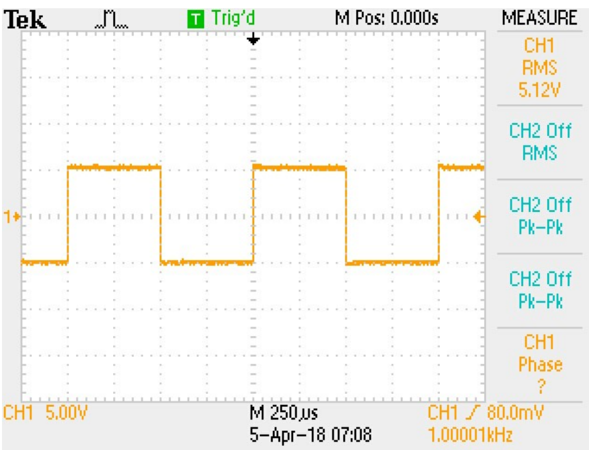

Imagem-03

A. *Tensão no capacitor*

Com o osciloscópio, ligamos a ponteira positiva na entrada do capacitor e a ponteira negativa na saída do capacitor. A tensão no capacitor esta representada no gráfico abaixo(imagem-4)

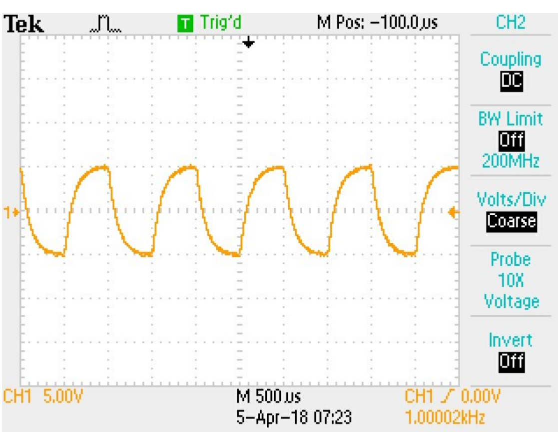

Imagem-04

Vamos medir o tempo necessário para a tensão no capacitor atingir 95% do seu valor máximo ou seja atingir 9,5v para isso aproximamos o gráfico acima para melhor analise.

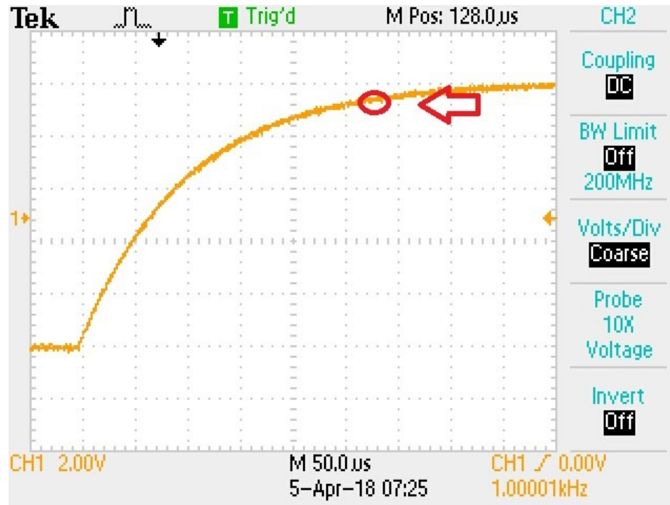

Imagem-05

Contamos o valor de 350μs

B. *Tensão no resistor*

Agora vamos medir a tensão no resistor para isso precisamos mudar o referencial, que antes estava conectado na saída do capacitor agora está ligado na saída do resistor.

E a outra ponteira será ligada na entrada do resistor.

O gráfico abaixo mostra a forma de onda que passa pelo capacitor.

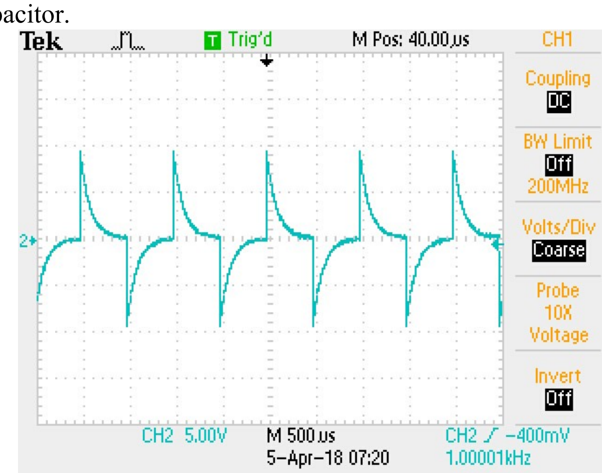

Imagem-06

C. *Constante de tempo τ*

$$\tau = RC$$

Com um resistor de 100kΩ e um capacitor de 100μF
A constante fica:
$\tau = 1000x100x10^{-6} = 0,1$

IV. RESPOSTA AO DEGRAU CKT RC (2)

Agora usaremos um resistor e um capacitor de
R = 2,2KΩ   C = 10nF.
Repetiremos os testes de III

A. Tensão no capacitor

O gráfico abaixo mostra quanto tempo o capacitor demora para chegar a 95% da tensão total, que é de 9,5v

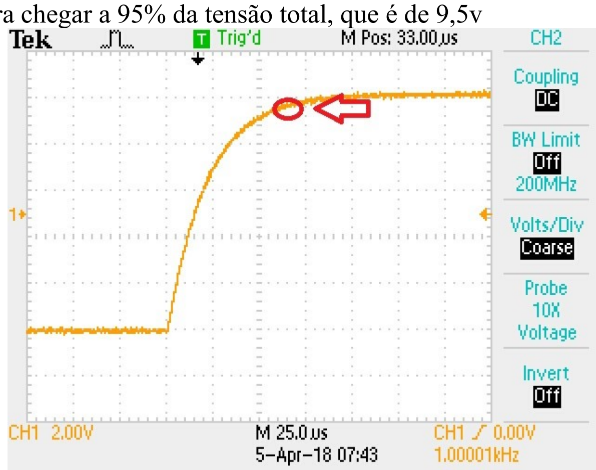

Imagem-07

B. Tensão no resistor

A tensão no capacitor esta demonstrada no gráfico abaixo

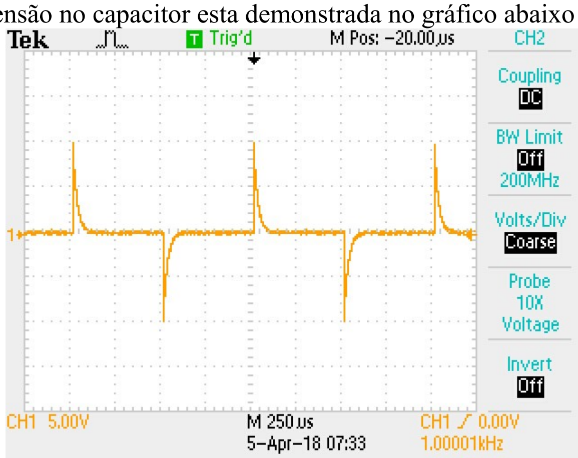

Imagem-08

C. Constante de tempo

$$\tau = RC$$

Com um resistor de 2,2kΩ e um capacitor de 10nF
A constante fica:
$\tau = 2200x10x10^{-9} = 2{,}2x10^{-5}$

V. RESPOSTA AO DEGRAU CKT RC (3)

Agora usaremos um resistor e um capacitor de
R = 1KΩ C = 1µF.
Repetiremos os testes de III

A. Tensão no capacitor

O gráfico abaixo é da tensão no capacitor de 1µF

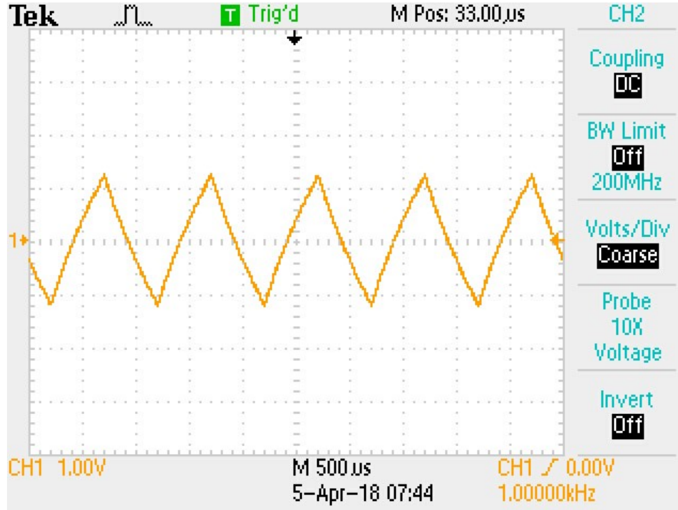

Imagem-09

Aproximamos o gráfico para analisar e descobrir quanto tempo o capacitor demora para atingir 95% de sua tensão máxima.

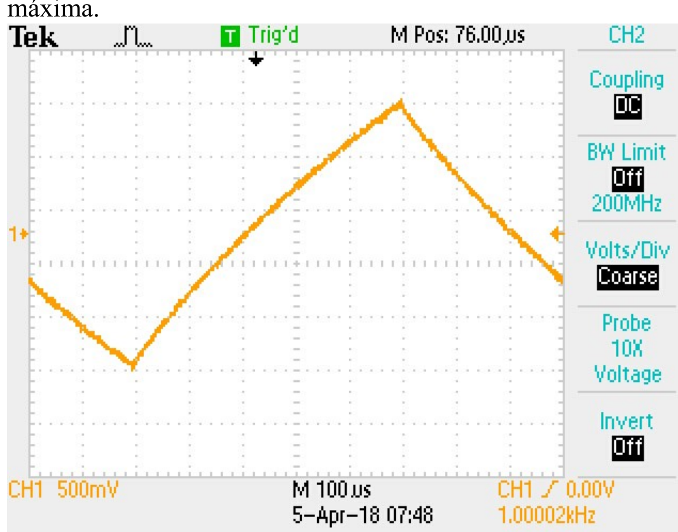

Imagem-10

O capacitor demora 450µs para atingir 95%de sua carga.

B. Tensão no resistor

A tensão que passa pelo resistor esta no gráfico abaixo

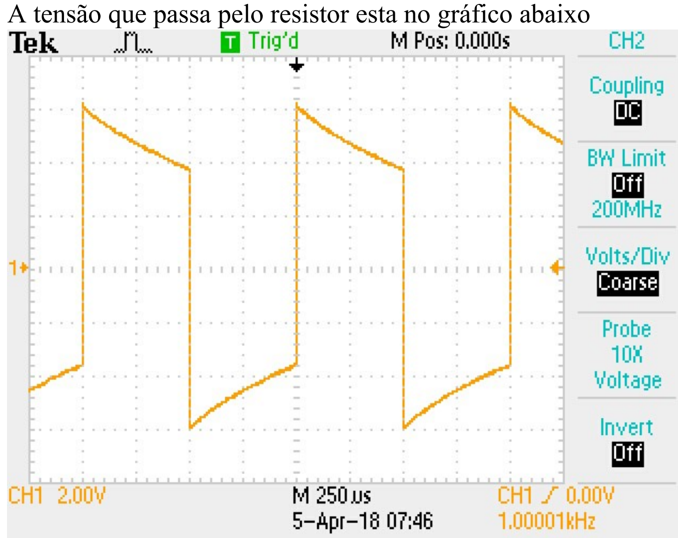

Imagem-11

c. corrente no capacitor

$$\tau = RC$$

Com um resistor de 1kΩ e um capacitor de 1μF
A constante fica:
$\tau = 1000x1x10^{-6} = 1x10^{-3}$

VI. CONCLUSAO

A. Corrente no capacitor

Quando a chave é fechada ou seja no instante tempo zero o capacitor se comporta como um curto-circuito por isso toda corrente que do circuito passa por ali.
Quando o capacitor esta carregado ele se comporta como um circuito aberto então não passa nenhuma corrente pelo capacitor.
A corrente quando o capacitor esta descarregando é controlada por uma exponencial cuja formula abaixo define

$$i(t) = I0\ x\ e^{-t/RC}$$

Como vemos a descarga depende da corrente inicial no capacitor bem como a resistência e a capacitância do circuito.

B. Carga no capacitor

Carga no capacitor: $Vc = Vx(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$

Analisando a formula da carga no capacitor vemos que no instante tempo zero a tensão no capacitor é zero já que a exponencial de zero e igual a 1.
Quando o capacitor esta carregado ou seja tempo igual infinito
A exponencial tende a zero e a tensão no capacitor é igual a tensão da fonte.
O gráfico abaixo exemplifica a teoria da carga.

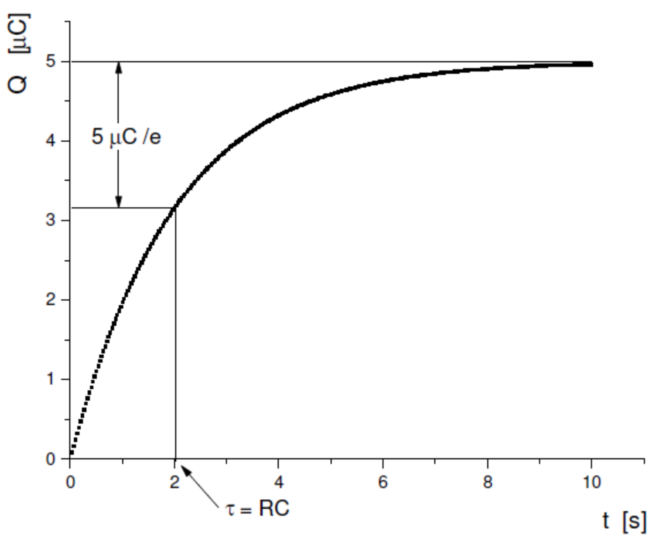

Imagem-12

C. Descarga no capacitor

Com o capacitor carregado a expressão que o delimita é:

$$Vc = V0xe^{-t/RC}$$

Ou seja no instante tempo zero a tensão no capacitor será igual a tensão inicial. Abrindo a chave e com a ação de um resistor As cargas nas placas do capacitor vão começar a passar pelo resistor tendo suas cargas dissipadas em forma de calor. Para tempos muito longos a exponencial tende a zero ou seja o capacitor fica sem carga, como vemos no gráfico abaixo.