

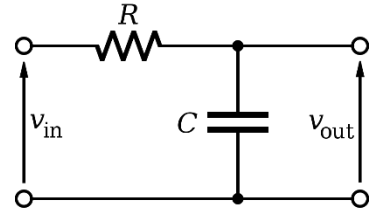
Kuis EL2008 Pemecahan Masalah dengan C

“Step Respon Rangkaian RC Seri”

Nama : Rizki Habibi Alamsyah
NIM : 13218080
Kelas : K-02

Deskripsi persoalan :

Diberikan suatu rangkaian RC seri yang awalnya tidak memiliki sumber tegangan. Rangkaian ini kemudian dihubungkan dengan sumber tegangan ($v_{in}=5V$) pada saat $t=0$. Dengan nilai resistansi $R=10k\Omega$ dan kapasitansi kapasitor $C=1\mu F$, buatlah grafik step respon dari v_{out} hingga steady state lengkap dengan keterangan waktu dan tegangannya.



Solusi :

Menggunakan Hukum Ohm :

$$V_R = IR, \quad \text{dengan } V_R = v_{in} - v_{out} \text{ dan } I = C \frac{dv_{out}}{dt}$$

$$v_{in} - v_{out}(t) = RC \frac{dv_{out}}{dt}, \quad \frac{dv_{out}}{dt} \text{ dapat diaproksimasi dengan } \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{v_{out}(t) - v_{out}(t - \Delta t)}{\Delta t}$$

Sehingga diperoleh :

$$v_{in} - v_{out} = RC \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{v_{out} - v_{out}^0}{\Delta t}, \quad \text{dengan } v_{out}^0 = v_{out}(t - \Delta t)$$

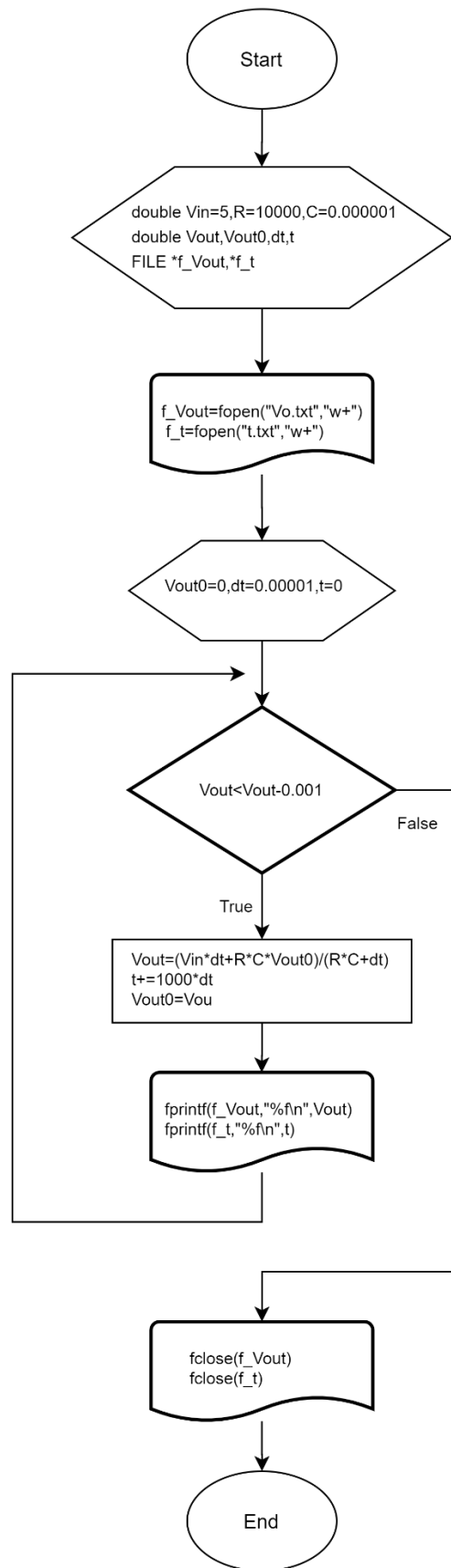
Diperoleh solusi persamaan untuk v_{out} :

$$v_{out}(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{v_{in}\Delta t + RCv_{out}^0}{RC + \Delta t}$$

Menggunakan persamaan diatas dibuat sebuah program yang akan menghitung nilai V_{out} di setiap waktu yang akan diiterasi sampai steady state. Steady state merupakan kondisi dimana $v_{out}=v_{in}$, pada keadaan real, kondisi ini tidak akan tercapai karena membutuhkan waktu $t \rightarrow \infty$, oleh karena itu dalam kasus ini diambil kondisi steady state dimana nilai $v_{out} \rightarrow v_{in}$. Nilai V_{out} steady state yang digunakan pada program ini adalah $v_{in}-0.001$ yaitu sebesar 4.999V untuk nilai $v_{in}=5V$.

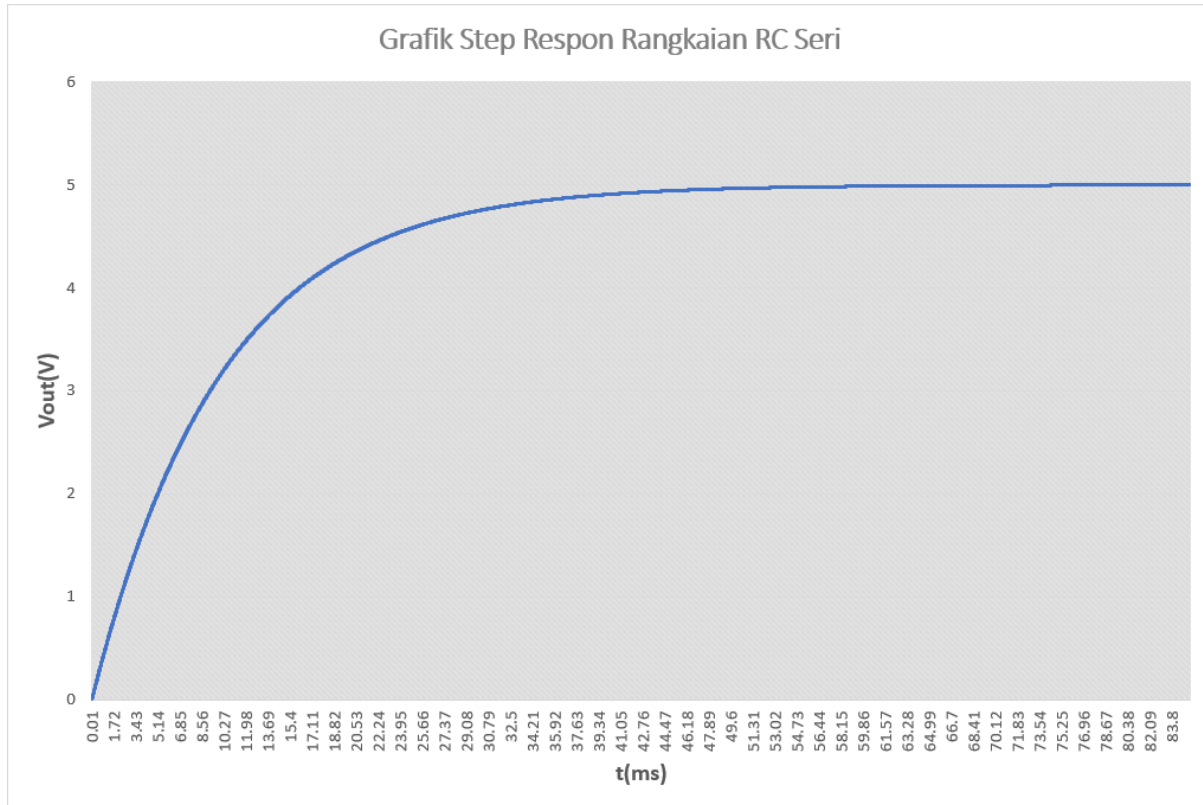
Program yang dibuat akan melakukan iterasi hingga steady state. Pada setiap iterasi, program akan mencatat nilai v_{out} serta t pada waktu tersebut pada file yang digunakan sebagai tempat penyimpanan data yang diperoleh. Program akan berhenti melakukan iterasi kemudian menutup file saat nilai v_{out} telah mencapai 4.999V.

Berikut flowchart dari program yang dibuat.



Gambar 1 – Flowchart Program Step Respon Rangkaian RC Seri

Dari data-data yang diperoleh dari file yang dihasilkan oleh program tersebut, dibuat grafik yang menunjukkan respon tegangan v_{out} terhadap waktu t pada rangkaian RC seri tersebut. Pembuatan grafik dilakukan dengan memasukkan data-data yang diperoleh ke dalam software Microsoft Excel, kemudian dibuat chart yang menunjukkan hubungan v_{out} terhadap waktu. Berikut grafik yang diperoleh.



Gambar 2 - Grafik Respon Vout

Dari grafik tersebut, terlihat bahwa hubungan antara v_{out} dengan t menunjukkan hubungan yang sama jika persoalan ini diselesaikan dengan menggunakan solusi persamaan differensial rangkaian RC yaitu:

$$v_{out} = v_{in}(1 - e^{-t/\tau}), \text{ dengan } \tau = RC$$

Menggunakan persamaan di atas, jika dilakukan uji pada titik $t = \tau$ menggunakan nilai nilai yang diketahui ($v_{in}=5V$, $R=10k\Omega$ dan $C=1\mu F$) diperoleh $v_{out} = 5(1 - e^{-1}) = 3,16V$. Jika dibandingkan dengan grafik yang diperoleh, terlihat bahwa nilai v_{out} yang diperoleh pada saat $t = \tau = RC = 10ms$ sama dengan hasil perhitungan yang telah dilakukan.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa solusi yang digunakan pada program yang telah dibuat memenuhi solusi persamaan differensial dan telah diuji kebenarannya. Sehingga persoalan yang diberikan telah terjawab dengan menghasilkan grafik step respon rangkaian RC seri yang terdapat pada Gambar 2.