

4. Основни закони в електрическите вериги. Закон на Ом и закони на Кирхоф. Делители на напрежение и ток

Връзката между напрежението и тока в даден клон от електрическата верига се дава със **закон на Ом**, който гласи, че напрежението U е пропорционално на протичащия ток I , като коефициентът на пропорционалност е съпротивлението на дадения клон R , т.е. $U = RI$.

В основата на всички методи за анализ на електронни схеми лежат **законите на Кирхоф**. Според **Първият закон на Кирхоф**, алгебричната сума от токовете за всеки възел е равна на нула, като втичащите във възела токове се приемат за отрицателни, а изтичащите – за положителни. Този закон е аналог на закона за непрекъснатост във физиката. Според **Вторият закон на Кирхоф** алгебричната сума от напреженията във всеки токов кръг (контур) е равна на нула, като едно напрежение е положително, ако при обикалянето на контура най-напред се среща положителният му полюс.

В сила за линейни схеми е и **Теоремата за суперпозицията**, според която токът в един клон, създаден от няколко независими източника, които действат едновременно, е равен на векторната сума от токовете, получени в същия клон, когато всеки от източниците действа самостоятелно.

Много често за пресмятане на тока в даден клон на сложна електронна схема се използват **Теоремите за еквивалентния генератор** на напрежение (**Теорема на Тевенен**) или ток (**Теорема на Нортън**). Общата формулировка на двете гласи : Всяка електронна схема по отношение на даден свой клон, свързан между възлите **a** и **b**, може да се замени с еквивалентен генератор на напрежение (ток) **E_{ab} (I_{0ab})** с вътрешно съпротивление **R_{ab}** . E_{ab} е напрежението на празен ход между възлите **a** и **b**, I_{0ab} е токът на късо съединение между възлите **a** и **b**, а R_{ab} е съпротивлението между възлите **a** и **b**, когато всички източници в електронната схема се дадат на късо.

Съществуват и други методи за пресмятане на токовете и напреженията в електронните схеми, като **метод на кръговите токове**, **метод на възловите потенциали**, **Теорема на Милман**, **Теорема на Кенли** и др.

Понякога се налага получаването на по-ниско напрежение от това на източника, с който разполагаме. Задачата има лесно решение – използването

на делител на напрежение (фиг. 1). Схемата му съдържа източник на напрежение и няколко (поне два) последователно свързани резистора. Изходното напрежение на делителя се определя по следното правило: сумата от съпротивленията на резисторите от точката на свързване на изхода до маса, разделена на сумата от съпротивленията на всички резистори, участващи в делителя, резултатът умножен по стойността на захранващия делителя източник. Например, за точка 1, $U_1 = E (R_2 + R_3) / (R_1 + R_2 + R_3)$, а за точка 2 – $U_2 = E R_3 / (R_1 + R_2 + R_3)$. Схемата делител на напрежение има един сериозен недостатък – стойностите на получените напрежения (U_1 и U_2) са **напрежения на празен ход**, т.е. без теглене на ток от делителя, което означава включване на изхода на делителя към устройство с много високо входно съпротивление (напр. цифров волтметър).

Освен делител на напрежение, съществува и схема наречена **делител на ток** (фиг. 2). При нея токът I се дели на два тока – I_1 и I_2 . Като се използва първия закон на Кирхоф и фактът, че напрежението (U) върху двата резистора (R_2 и R_3) е едно и също, може да се състави система от две уравнения за токовете I_1 и I_2 :

$$\begin{array}{lll} I = I_1 + I_2 & \text{с решение} & I_1 = I R_3 / (R_2 + R_3) \\ U = R_2 I_1 = R_3 I_2 & & I_2 = I R_2 / (R_2 + R_3) \end{array}$$

Последните две формули (за I_1 и I_2) дават правилото за делител на ток. Приложение на това правило може да се открие при старите стрелкови амперметри. Напр., ако разполагаме със система, която измерва ток до 100 mA, а трябва да се мери ток до 1A, паралелно на системата се свързва специално подбрано съпротивление (**шунт**), което да поеме останалите 900 mA. По този начин на практика могат да се измерват значително по-големи токове от максималния за системата, чрез смяна на шунтовете в отделните обхвати.

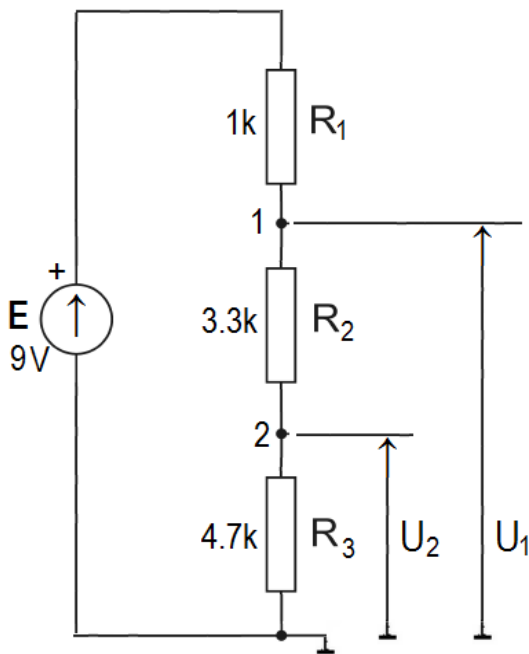
Задачи.

Задача 1. Изследване на делител на напрежение.

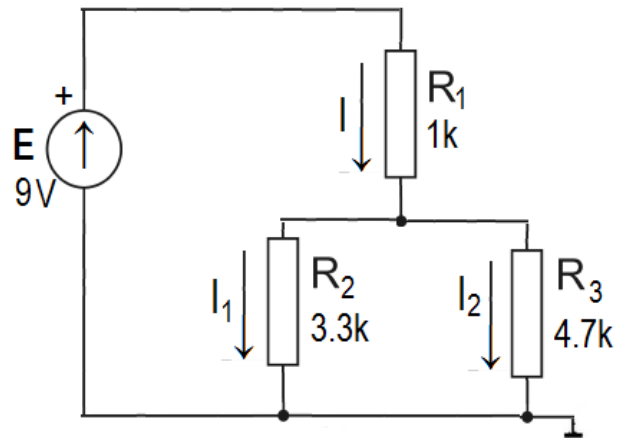
Свържете схемата от фиг. 1 с елементи : $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 3.3 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 4.7 \text{ k}\Omega$, $E = 9 \text{ V}$. Измерете стойностите на U_1 и U_2 с цифров волтметър. Отговорят ли измерените стойности на теоретично пресметнатите?

Задача 2. Изследване на делител на ток.

Свържете схемата от фиг. 2 с елементи: $R_1 = 1\text{ k}\Omega$, $R_2 = 3.3\text{ k}\Omega$, $R_3 = 4.7\text{ k}\Omega$, $E = 9\text{ V}$. Пресметнете общото съпротивление на веригата R и изчислете тока $I = E/R$. Прекъснете веригата при източника и включете амперметър за да измерите тока I . Отговаря ли измерената стойност на изчислената? Възстановете веригата. Измерете последователно токовете I_1 и I_2 като включите амперметъра в съответните клонове на веригата. Отговарят ли измерените стойности на изчислените? Изпълнен ли е първият закон на Кирхоф ($I = I_1 + I_2$) ?



фиг. 1



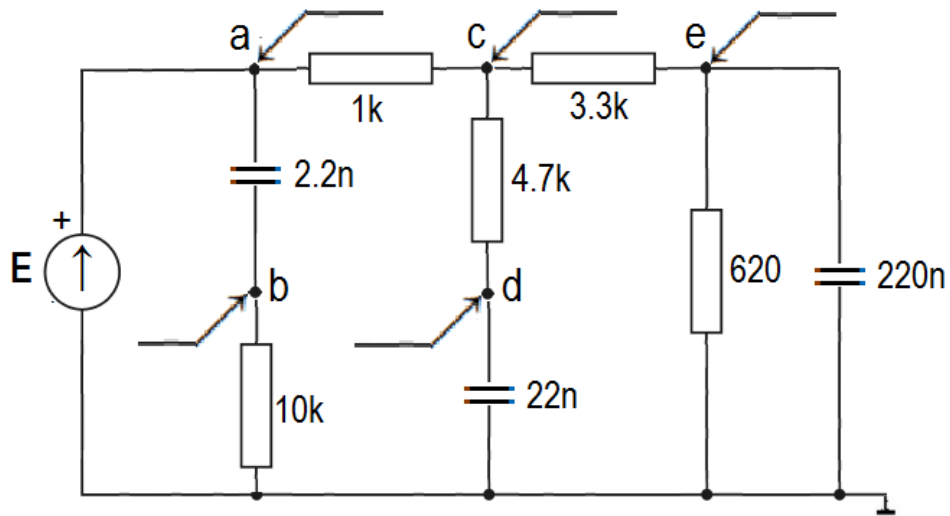
фиг. 2

Задача 3. Снемане на карта на напреженията и проверка на първия закон на Кирхоф.

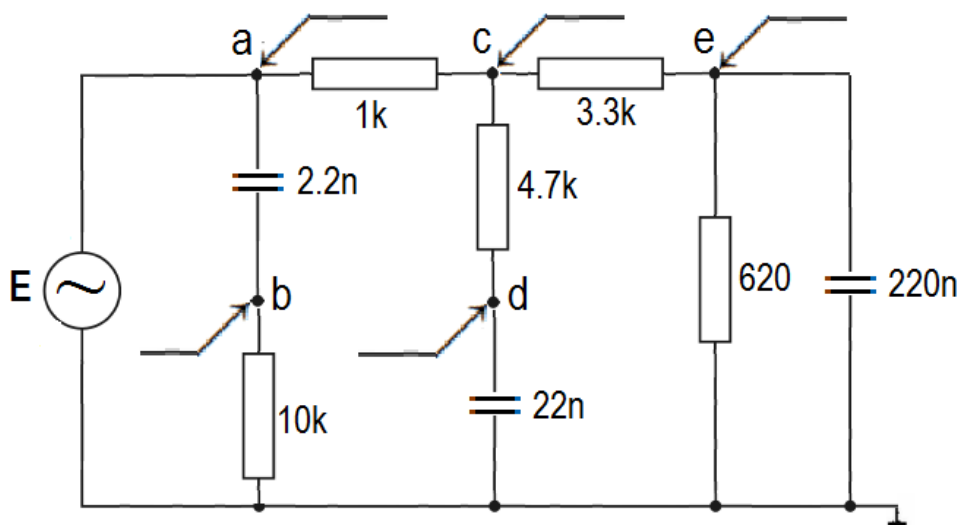
Схемата на свързване е дадена на фиг.3. Да се подаде постоянно напрежение E Вариант . Да се измерят напреженията във възлите **a**, **b**, **c**, **d**, **e** с цифров мултиметр спрямо маса. Да се пречертае схемата в протокола и да се означат измерените напрежения върху нея (карта на напреженията). Да се определят по закона на Ом токовете втичащи и изтичащи от възел **c** и да се провери първия закон на Кирхоф. Да се замени източникът на постоянно напрежение в схемата с източник на променливо напрежение (фиг.4) Вариант__. Да се повторят всички измервания и изчисления. Да се определи тока между възлите **a** и **b** (I_{ab}). Да се обяснят получените резултати.

Таблица на Вариантите

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8
Задача								
3(-)	4V	5V	6V	7V	4.5V	5.5V	6.5V	7.5V
3(~)	3V; 10kHz	3V; 20kHz	3V; 30kHz	3V; 40kHz	3V; 50kHz	3V; 15kHz	3V; 25kHz	3V; 35kHz



фиг. 3



фиг. 4