



Практическа електроника

Основи на електрониката и радиотехниката за любителите на Ардуино проекти и всички любопитни и любознателни техничари.

Част втора – Електрически ток. Закон на Ом.

Увод

Лекцията е готова и остава само да я лепна тук... Но написвайки заглавието на първата страница се сетих колко грешно обикновените хора разбират електричеството. Със сигурност сте чували изрази от сорта: "А тока е 220 волта, като ме плесна и седнах на пода.", или "На къв ток работи тая джаджа?", или "Тока ми е слаб и затова ми гори хладилника", или пък любимото ми "С мощност 220 волта" или "Мощен 12 волтов акумулатор".

За човек, който се занимава с електроника, дори на любителско ниво, подобни "бисери" са недопустими и показват техническа неграмотност.

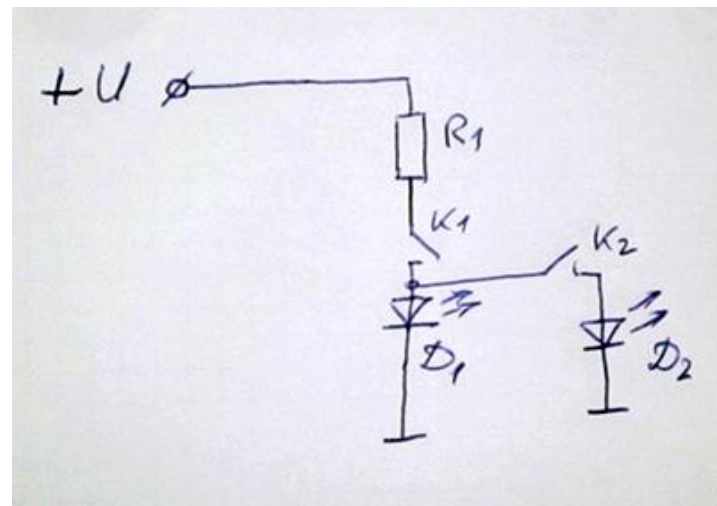
Друг "бисер" на който се натъкнах наскоро беше твърдението на "колега" във Фейсбук, че принципните електрически схеми са излишни, допълнително "бреме", което не е необходимо да разучаваме. Публикуваше само монтажни схеми или снимки на платки, от които не ставаше ясно нито какви са транзисторите, нито кондензаторите и резисторите... На справедливите забележки на други колеги, той отговори като се обиди, че не го разбираме.

В края на този урок трябва да изясним всички тези понятия, да умеем да четем първите "букви" от азбуката на електрическите схеми и... да не се излагаме 😊

Електрически ток

- Моята германска приятелка, с която вече ви запознах (всъщност българка, женена за руснак, но живееща и работеща в Германия) ми изпрати снимка на проста електрическа верига, състояща се от резистор, 2 светодиода и две ключета. Въпросът и беше: "Защо когато във веригата се включи вторият светодиод, първият намалява интензитета си на светене?"

Първото, което направих беше да преобразувам снимката и в принципна електрическа схема (виж по-долу). Освен, че този начин на графично представяне е много по-прегледен, той е и световно приет стандарт, което означава, че дори човек от другия край на света (напр. Япония) ще разбере за какво му говорите, дори да не знае нито една българска дума. Това са причините да знаем езика на електрическите схеми.



Електрически ток

Електрическият ток е насоченото движение на токоносители в проводяща среда.

Това е определението за ел.ток и не може да бъде казано по-точно.

Токоносители могат да бъдат всички електрически заредени частици: електрони, протони, положителни или отрицателни йони.

Проводящата среда или проводникът, в който се извършва движението може да бъде метал, полупроводник, газ, плазма, електролит (разтвор на киселина, основа или сол) и др. В обикновените медни или метални проводници токоносители са само електроните. В полупроводниците е интересен случаят, защото там токоносители могат да бъдат както електроните, така и липсата на електрони – т.нар. дупки. В плазмата и електролитите токоносители са йоните.

Електрически ток

Най-важните условия за протичане на ток са:

1. да има източник на електродвижещо напрежение ЕДН (или просто източник на напрежение или захранване);
2. да има затворена електрическа верига – проводници или друга проводяща среда, които да са свързани към положителния и отрицателния полюс на източника.

Напрежението на източника се бележи с буквата U и се измерва с единиците Волт [V].

Протичащият ток (всъщност неговата големина) се бележи с I и се измерва в Амperi [A].

Проводящата среда има физическа характеристика, наречена **съпротивление**, което зависи от вида на материала, дължината и напречното и сечение. Съпротивлението показва как средата затруднява движението на токоносителите. Съпротивлението е по-голямо при по-голяма дължина на проводника, ако е по-тънък или ако същият е от материал с високо специфично съпротивление. Съпротивлението е по-малко, ако проводникът е по-къс, по-дебел и с ниско специфично съпротивление. Например медта е с ниско специфично съпротивление, затова се ползва много в електротехниката. Съпротивлението се обозначава с R и се измерва в Омовe [Ω].

Закон на Ом

Напрежението, Големината на тока и съпротивлението са свързани със закона на Ом:

$I=U/R$ и другите два варианта: $U=IR$ и $R=U/I$

Като знаем два от параметрите можем да намерим третия по тази формула. Всъщност това е най-важният закон и всички сложни схеми могат да се приведат до него. Затова трябва да се знае наизуст. С думи звучи така: **“Токът в една верига е правопропорционален на напрежението и обратно пропорционален на съпротивлението”**.

Като казваме “ток” имаме предвид “големината на тока”.

От тук следва, че ако увеличим напрежението – расте и токът, ако увеличаваме съпротивлението обаче – токът намалява.

Закон на Ом

Ако се върнем към началото на урока веднага забелязваме грешките на обикновените, непросветени хора. Не можем да кажем “токът е 220 волта”.

Всъщност напрежението е 220 волта – напрежението на нисковолтовата част от електрическата мрежа. И някой ще каже “Как така нисковолтова, щом може да убие човек”. Ами по правилник всички мрежи и съоръжения за напрежения под 1000 волта се водят нисковолтови – по-точно казано “мрежи за ниско напрежение”. Мрежите за високо напрежение са всички които пренасят и работят с над 1000 волта. Там и правилата за работа и безопасност са други. Например едно такова правило е: “не се качвай на вагон да си правиш селфи ако отгоре има високоволтова контактна мрежа”. Защо? Под 1000 волта ви споменах едно правило за затворената електрическа верига. За да протече ток в една електрическа верига, тя трябва да е затворена. Т.е. Трябва да има електрически контакт между всички елементи и проводници, свързващи тези елементи във веригата и, разбира се, източник на напрежение.

За високоволтовите мрежи това правило не важи. Не е необходимо да докосвате контактната мрежа на влака, за да прескочи искра през въздуха и да ви “светне” в буквален смисъл.

Закон на Ом

И щом говорим за безопасност нека уточним още няколко понятия.

Това което е опасно за човек е протичащият през тялото ток. Той обаче зависи от много неща: от напрежението под което е попаднало тялото, дали е влажно или сухо, дали попадналата част от тялото е малка – например между два пръста или голяма – между двете ръце... На тази база са определени съвсем условно някои безопасни параметри: За безопасно напрежение се счита такова под 42 волта. При работа в особено опасни места и шахти се определя за безопасно напрежението под 12 волта. Счита се, че тези напрежения не могат да предизвикат протичането на опасно голям ток през тялото на човек.

Как тогава свободно на пазара се продават устройства за електрошокова защита, които работят с напрежения от порядъка на 200 000 волта?

Ами при тях напрежението е високо, но токът е ограничен до безопасна, но неприятна стойност 😊

Закон на Ом - задачи

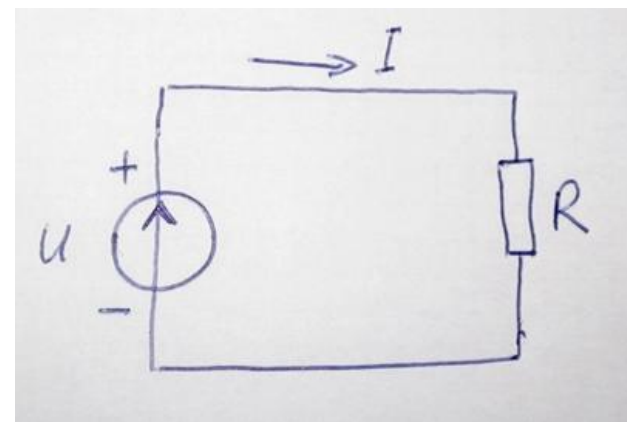
Ето и първата задача:

- Вижте схемата. Имаме източник на ЕДН, свързващи проводници – правите линии и товар – резистор със съпротивление R . Токът винаги тече от положителния към отрицателния полюс на източника.

Какво е съпротивлението на резистора R , ако източникът е с напрежение 12 V , а токът във веригата е $0,06\text{ A}$?

Символът със стрелка в кръгче – това е символът за идеален източник на ЕДН. Идеален е защото дава винаги едно и също напрежение независимо от включения товар – можеш да му включиш цялата държава и той ще подава едно и също напрежение винаги.

Другият символ е за резистор, означен с R .

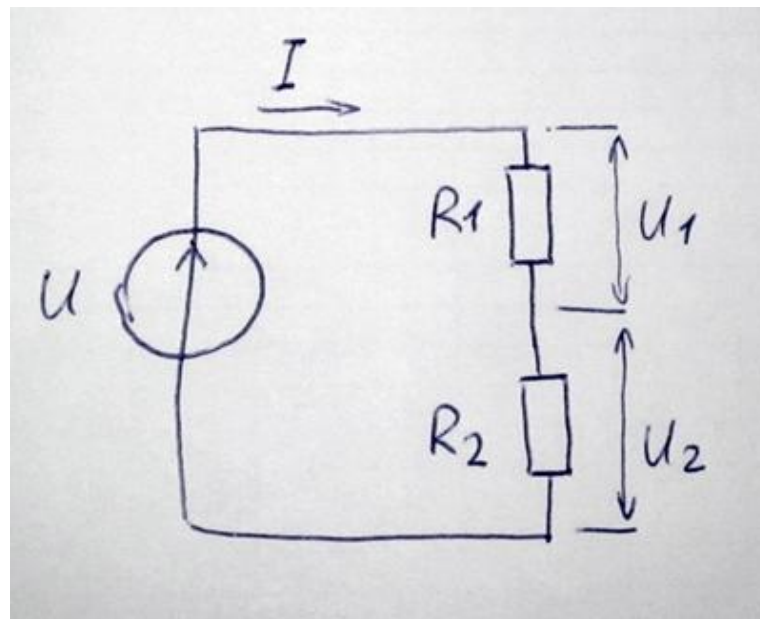


Закон на Ом - задачи

Втора задача:

- При последователно свързани съпротивления трябва да знаете, че:
 - общото им съпротивление е равно на сбора от всички – $R_{\text{общ}} = R_1 + R_2 + \dots$ и т.н. ако са повече...
 - напрежението от източника се разпределя между тях в зависимост от съпротивлението им – в случая $U = U_1 + U_2$, а токът е един и същи през двете. U_1 и U_2 се наричат падове на напрежение (ед.ч – пад)

Намерете захранващото напрежение U и падовете U_1 и U_2 ако знаете, че $I = 50 \text{ mA}$ (ще трябва да го обърнете в ампери) а R_1 и R_2 са съответно 30 и 70 Ома?



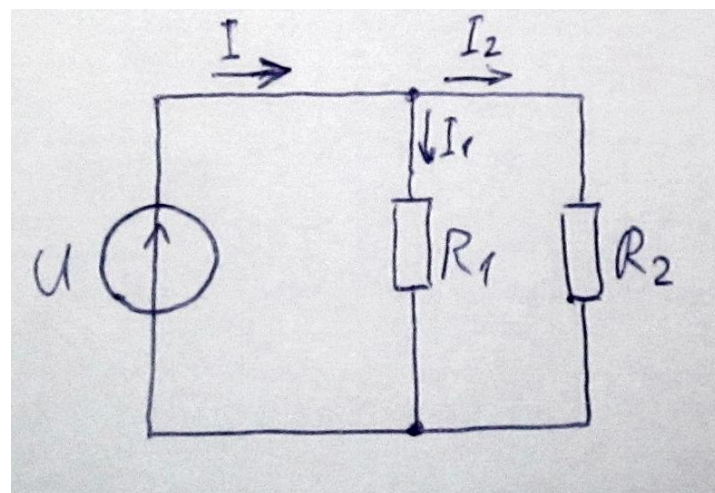
Закон на Ом - задачи

Трета задача:

- При паралелно свързване на съпротивления общото съпротивление на веригата е по-малко от най-малкото съпротивление от всички и се изчислява по формулата: $1/R = 1/R_1 + 1/R_2$ и т.н. ако са повече.

Тук е в сила и първият закон на Кирхов, че сумата от влизащите в един възел токове и излизащите от него е винаги равна на нула. На практика това означава, че в случая $I = I_1 + I_2$

Намерете за тази верига I – т.е. общият ток на веригата, I_1 и I_2 през всеки резистор, ако знаете, че напрежението на източника е 12V, а съпротивленията на резисторите са съответно 100 и 200 ома. Задачата може да се реши по два начина .



Закон на Ом - задачи

Няма да давам отговорите на тези задачи. Това са възможно най-лесните задачи в електротехниката и всъщност се стига до тяхното решаване много често. Не би трябвало да имате затруднения, но ако все пак някой иска помощ – да ми пише.

За тези, които ги решат бързо има допълнителна задача: погледнете пак на трета страница. Можете ли да дадете обоснован с формули отговор на въпроса на “Германката”?

Подсказка: Заменете светодиодите с резистори и решете две задачи – за паралелно свързани и за последователно свързани съпротивления.

Закон на Ом - уточнение

Последно, дребно, но необходимо уточнение.

По-горе казах, че токът тече винаги от положителния към отрицателния полюс на източника. Всъщност за металните проводници това си е чиста лъжа. Както казахме токоносители в тях са електроните. Електроните са отрицателно заредени елементарни частици. От електростатиката трябва да знаем, че едноименните заряди се отблъскват, а разноименните се привличат. Това означава, че електроните са отблъскват от отрицателно заредения полюс на източника и се привличат от положително заредения. Всъщност потокът електрони (токът) се движи в посока от минуса към плюса.

В електротехниката обаче на всякакви нива е възприето "грешното" разбиране за ток от плюса към минуса, вероятно поради това, че подобно разбиране е възприето още от времето, преди хората да знаят какви са носителите на тока. Хубавото е, че тази "грешка и лъжа" всъщност с нищо не променя законите свързани с електричеството, както и формулите за изчисление. Затова цялата теория на веригите се крепи на идеята, че токът тече от плюса към минуса.