



Практическа електроника

Част трета

Електрическа мощност.
Реален токозахранващ източник.

1. Електрическа мощност.

От физиката знаем, че мощността е количеството работа извършено за единица време. Измерва се във Ватове (W). Тук няма да се занимаваме с единицата за работа (Джаул). Само ще кажа, че електрическият ток може да върши различна работа: топлинна, механична, може да предизвиква светене или да излъчва радиовълни – т.е. енергията му да се преобразува в светлинно или друго електромагнитно лъчение. Връзката на тока и магнетизма е неразривна.

Сега обаче ще се съсредоточим само върху топлинното действие на електрическия ток. Най-вече защото то е свързано с резистора като конструктивен елемент.

Както вече казахме основното свойство на резисторите е тяхното електрическо съпротивление. Нататък ще казваме само съпротивление и ще знаем, че говорим за електрическото съпротивление. Не ни интересува какво е въздушното съпротивление на резистора ако го пуснем да пада от самолет ☺

Резисторите притежават предимно активно съпротивление, което е основно за тях. Активното съпротивление по физическата си същност представлява затруднението, което изпитват токоносителите придвижвайки се през резистора или проводника. Електроните при насоченото си движение се сблъскват с атомите на веществото и губят от енергията си. В активните съпротивления енергията на движещите се електрони се превръща в топлинна енергия. Т.е. електрическият ток извършва работа, която е отделената топлина. Работата може да се изрази чрез мощността, а тя може да се изрази директно чрез тока и напрежението:

$P[W] = U[V] \cdot I[A]$ Формулата написах по този начин, за да знаете, че когато се ползват величините трябва да са в съответните единици, а не в производните им.

Тази формула означава, че електрическата мощност която се отделя върху даден товар е произведението на тока през товара и напрежението в крайщата му. Мощността се измерва във ватове.

Тук може да кажем и нещо за енергата:

Това е обяснение за единиците, с които енергата измерва консумираната от абонатите енергия. Всъщност тя се изразява с интегрално уравнение и няма да го показвам тук, но мога да кажа, че опростената формула е $A[\text{kWh}] = P[\text{kW}] \cdot t[\text{h}]$ – т.е. произведението на мощността и времето. Единицата за A е kWh – киловатчас (а не джаул). В горната формула P е в киловати, а времето е в часове. Това само информативно.

Да се върнем на формулата за мощността. Тя освен очевидните си варианти при неизвестни ток и напрежение има още няколко варианта:

В първия случай във формулата за мощността заместваме напрежението с неговото изразяване от Закона на Ом:

$$P = U \times I$$

$$P = I \times R \times I$$

$$P = I^2 R$$

С тази формула можете да изчислите директно мощността, ако знаете само съпротивлението и тока.

Вторият вариант – заместваме тока с неговия израз от Закона на Ом:

$$P = U \times I$$

$$P = U \times U/R$$

$$P = U^2/R$$

Преди да Ви дам още няколко задачи, свързани с мощността трябва да обясня още един чисто практичен въпрос. Очевидно резисторите, особено по-малките по размер, не могат да разсейват безкрайни количества топлина. Затова освен стандартите за стойностите на съпротивленията им и толерансите съществуват и стандарти за максимално допустимата разсейвана мощност. Най-често се ползват резистори с мощност 0,25 и 0,125 W – това са най-малките обикновени резистори с крачета (изводи). За SMD и техните мощности ще трябва да потърсите информация в Интернет. Съществуват и резистори с други мощности - за 0,5W, 1W, 2W, 5W и по-мощни. Когато се изчислява електронна схема задължително трябва да се проверят и мощностите, които се разсейват от резисторите и при конкретното изпълнение на схемата да се предвидят достатъчно мощни резистори. Ако резистор не е достатъчно мощен той ще се повреди в процеса на работа.

Ето и практическа задача за мощност:

$$U=12\text{ V}, R_b=R_1=R_2=100\text{ Ом}$$

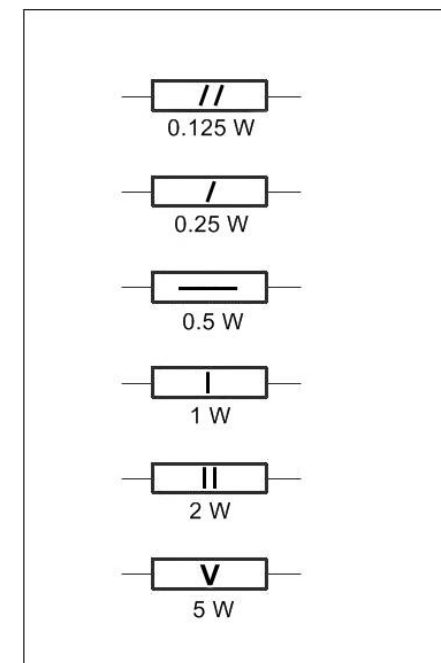
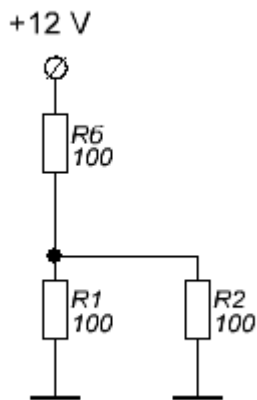
Търсят се разсейваните мощности от всеки един резистор?

След като решите задачата преценете можем ли да ползваме за R_б резистор с максимална разсейвана мощност 1W?

Защо съм нарекъл така R_б? Буквата б идва от баласт – в случая със светодиодите този резистор се нарича баластен, защото служи като допълнителен товар и ограничава тока

през тях. Без него те ще изгорят почти моментално, но електрическата същност на това ще разгледаме, когато започнем да изучаваме полупроводниковите прибори.

Обърнете внимание на означенията на стойностите на резисторите: Когато има само цифра, това означава, че стойността е в оме. 100 – означава 100 ома. Ако



пише 100k – означава 100 килоома. 4,7 – означава 4,7 ома. 2,2 М – означава 2,2 Мегаома или 2200 килоома. Какво означава 0,1 М ?

Вижте фигурата вдясно. Тя показва как в схемите се означава мощността на резисторите. Непременно трябва да имате предвид това при реализирането на схемите на практика. А какво правим, когато в знака на резистора няма никакво означение за мощността? В 99% от случаите спокойно можем да ползваме най-малките резистори, с които разполагаме с мощност 0,125 или 0,25 W. Умеейки да „четем“ схемите можем също да преценим къде резисторите евентуално ще бъдат натоварени повече и да изчислим необходимата им мощност според данните с които разполагаме.

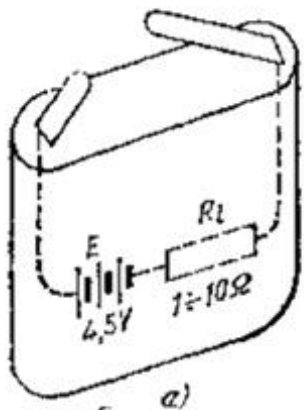
2. Реален токозахранващ източник.

В една от първите схеми използвах идеален източник на ЕДН. Всеки източник на ЕДН има две основни характеристики: Самото ЕДН – напрежение във Волтове и Максимален ток, който може да се черпи от него – т.е. всеки източник има максимална мощност.

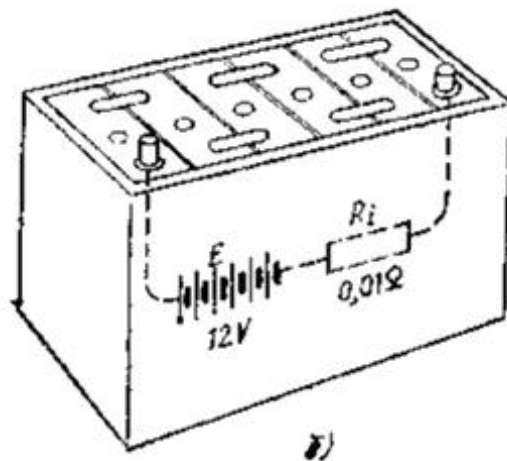
Идеалният източник има напрежение по наше желание – например 10 V, а максималният ток, който може да осигури е безкрайно голям. Използвай формулата за мощността – веднага се вижда, че и мощността на такъв източник също е безкрайна.

Как да моделираме един реален източник на ЕДН, например батерия или акумулатор? Всеки реален източник има характеристика наречена вътрешно съпротивление – R_i . То зависи от вида на батерията или акумулатора, капацитета, технологията, степента на зареденост, околната температура, товара и др.

Моделът на реалния източник представлява последователно свързани идеален източник и съпротивление R_i – виж картинката от книгата на Шишков:



Фиг. 4.6



Тук са дадени приблизителни стойности на R_i за плоска батерийка от 4,5 V и 12 волтов оловен акумулатор за автомобил. Чисто теоретично вътрешното съпротивление може да се измери, като клемите на захранващото устройство се дадат на късо и се измери токът, който ще протече през късото съединение. Късо съединение е когато свържем двата полюса на източника един с друг – без товар помежду им.

Задача 3: Изчислете Вътрешното съпротивление

R_i на батерията от 4,5 V ако токът на късо съединение е 900 mA.

Изчислете максималния ток на късо съединение на акумулатора и максималната мощност в този случай ($R_i = 0,01 \text{ Ом}$). Какво, според вас, ще се случи с такъв акумулатор поставен в режим на късо съединение.

Вътрешно съпротивление притежават, разбира се, и другите токозахранващи източници като мрежови трансформатори, адаптери и токоизправители. Всеки от тях се изчислява за определен максимален ток и мощност според предназначението си.

И две думи за капацитета на акумулаторен елемент или батерия. По неизвестни за мен причини еднократните галванични елементи, в продажба в търговската мрежа нямат означение за капацитета си. Само знаем, че обикновените въглеродно-цинкови елементи работят по-краткотрайно от алкалните елементи. Някои цифрови електронни устройства, например, могат да работят САМО с алкални или литиеви елементи и изобщо не тръгват с обикновени въглеродно-цинкови.

За акумулаторните елементи или батерии има означение на капацитета. Всъщност това е един от най-важните им параметри. Как да четете и ползвате тази характеристика?

Например означението 2300 mAh (чете се милиамперчаса) означава, че от такъв напълно-зареден акумулатор може да черпите 1 mA в продължение на 2300 часа. Или 2,3 Ампера в продължение на един час. Всъщност вторият вариант не е за препоръчване и на практика е възможен само за литиево-йонните и литиево-полимерните акумулатори, като съкращава рязко живота им (броя на възможните им цикли заряд-разряд).

На практика най-добрият и щадящ режим за заряд и разряд на повечето най-популярни в момента Никел-Метал-Хидридни елементи е с ток около една десета от капацитета им. И ако вашето устройство черпи примерно около 150 mA, значи трябва да изберете акумулатор или необходимия брой елементи за да получите вашето захранващо напрежение (всеки NiMH елемент има номинално напрежение 1,2 V) като капацитетът трябва да е поне 1500 mAh. Това ще гарантира работата на устройството ви за около 10 часа. Пълният заряд с една десета от капацитета, обаче, изисква около 14 - 16 часа. Ако искате устройството ви да работи повече от 10 часа – например 20 часа, ще трябва да ползвате батерия с двойно по-голям капацитет – 3000 mAh.

И още нещо важно – например трябва ви акумулатор от 6 волта и решавате да ползвате 5 елемента NiMH по 2400 mAh. Колко ще е общият капацитет на вашият захранващ източник? Събират ли се капацитетите на отделните елементи? Ще бъде ли общо $5 \times 2400 = 12000$ mAh?

Отговорът е НЕ. Общият капацитет на вашата батерия ще бъде равен на капацитета на отделния елемент. И още едно правило – елементите, които използвате трябва да са абсолютно еднакви: една марка, една партида, един и същи капацитет. В противен случай започват разни процеси на презаряд между елементите, прехвърляне на заряди от един елемент на друг, и като резултат – намаляване на живота им и на изходното им напрежение.

И така: това беше едно леко докосване до темата за токозахранващите източници. Има още много тънкости, особено щом се касае до захранване на цифрови устройства, но при съвременните импулсни и усъвършенствани източници е малко вероятно да се сблъскате с проблеми, стига да спазвате правилото за напрежението и минималния ток, който може да ви даде източникът.

И един съвет – при проектиране на вашите устройства непременно предвиждайте защита на токозахранването. Може със стопяеми предпазители, макар че те са „бавни“ и докато се задействат устройството вече е заминало. Сега има много по-добри варианти – автоматично възстановяеми, бързи, полупроводникови предпазители, като този, който е монтиран на платката на Ардуино Уно. Има ги с различни номинали на тока – ползвайте ги – ще си спестите проблеми.