

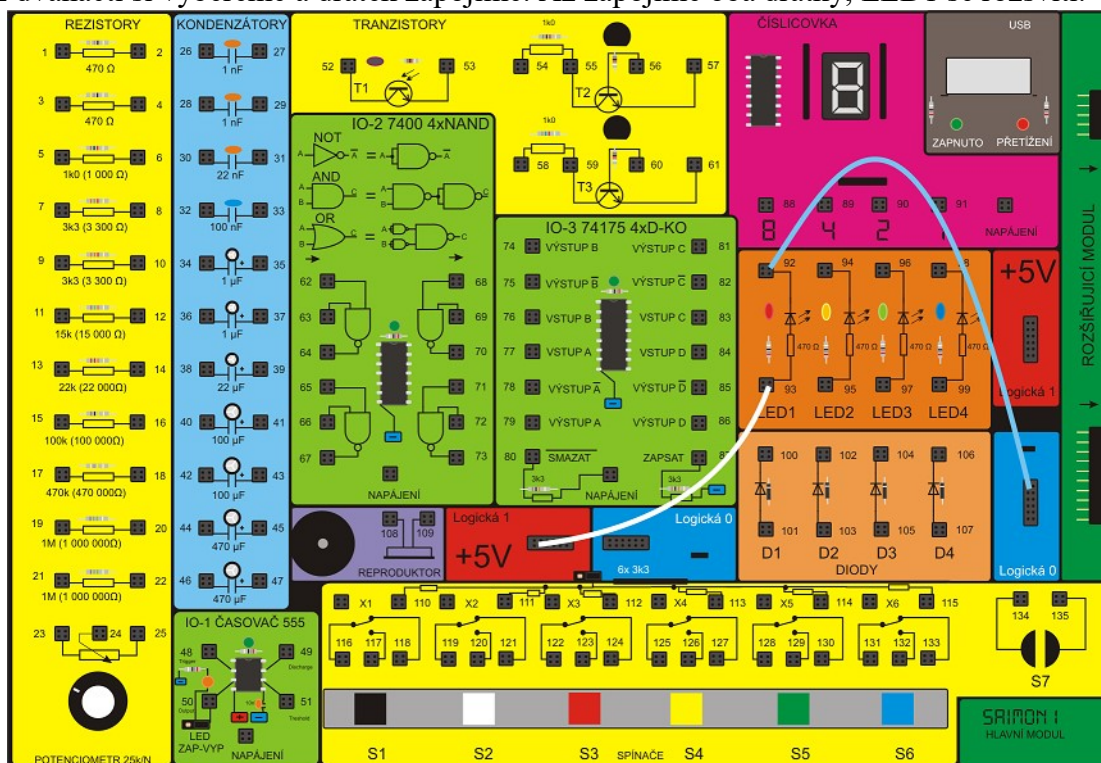
SALMON I

NÁVOD - ČÁST PRVNÍ

ÚPLNÉ ZAČÁTKY ELEKTRONIKY

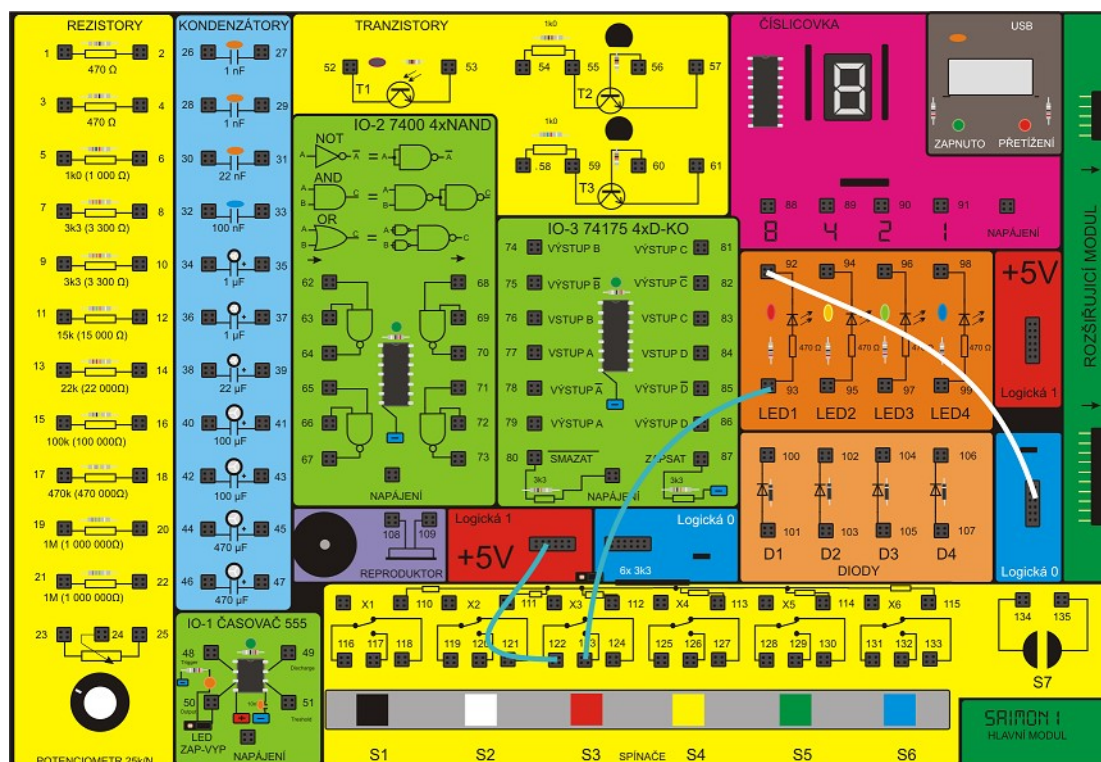
## Kapitola 1 - Jdeme na to!

Když jsem jako malý dostal podobnou stavebnici, nejdříve jsem chtěl zapojovat. Pak až něco číst. Takže pojďme si nejdříve říci, jak se stavebnice zapíná. Budeme potřebovat nabíječku USB mini B (u prvních typů stavebnic USB micro B). Zasouvá se do konektoru, který je na stavebnici v pravém horním rohu, zespuh hnědého pole, kde je nápis USB. Rozsvítí se signalizace *zapnuto* a můžeme zapojovat. Třeba světlo. Součástka, která na stavebnici svítí, se nazývá **led dioda**, lidově **ledka**. Je jich na stavebnici několik. Aby se ledka rozsvítla, je potřeba správně zapojit drátky, které jsou přibalené v krabici. Na obrázku stavebnice je naznačeno modrou a bílou čarou, odkud kam natáhnout drátek. Drátky strkáme do zdírek, které jsou po stranách součástek. U většiny součástek jsou čtyři dírky v černé kostičce. Tak do těch. Ve velkém červeném poli, kde je napsáno +5V je dírek dvanáct, stejně jako v poli modrém. Jednu z dvanácti si vybereme a drátek zapojíme. Až zapojíme oba drátky, LED1 se rozsvítí.



**Úloha 1.** Zapojte drátky podle čar na obrázku. Svítí? Výborně. To je krása, že :). Zkusíte rozsvítit i jiné LED?

Jdeme dál. Někdy chceme umět světlo rozsvítit a pak i zhasnout. K tomu slouží součástka zvaná **spínač**, **tlačítko** nebo lidově **vypínač**. K zapojení potřebujeme další drátek.

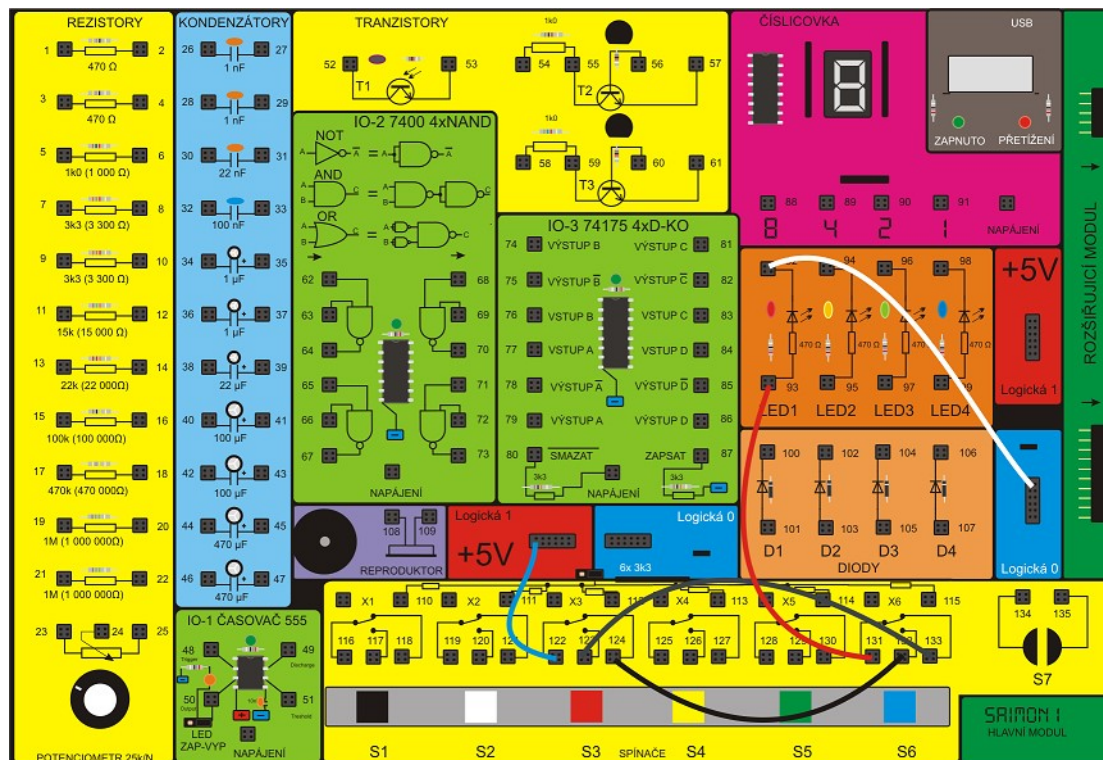


Všimněte si, že každá zdiřka má své číslo. Drátky vlastně zapojujeme takto: Drátek od zdiřky **+5V** v červeném poli do zdiřky s číslem **122**, další drátek ze zdiřky s číslem **123** do zdiřky s číslem **93**, poslední ze zdiřky s číslem **92** do zdiřky mínus v modrém poli. Já to budu zapisovat takhle: drátek: plus-122 , další drátek: 123-93 , drátek 92-mínus.

Zkráceně: **Úloha 2. Zapojení:** plus-122 , 123-93 , 92-mínus. Takhle bude později zapsaná většina zapojení. Zapojení drátků a elektrických součástek říkáme **elektrický obvod**.

Doporučuji shlédnout video k úloze na stránkách [www.stavebnicesaimon.cz](http://www.stavebnicesaimon.cz)

Poslední, co tu nesmí chybět, je **přepínač**. Představte si, že LED 1 je světlo ve vašem pokoji. Večer jdete spát, vejdete do pokoje, rozsvítíte, dojdete do postele, lehnete si a uvelebíte se. Ale kdo zhasne? Řešení je zapojení světla s dvěma přepínači. Červené tlačítko S3 je jako vypínač u dveří a modré S6 je jako vypínač u postele.



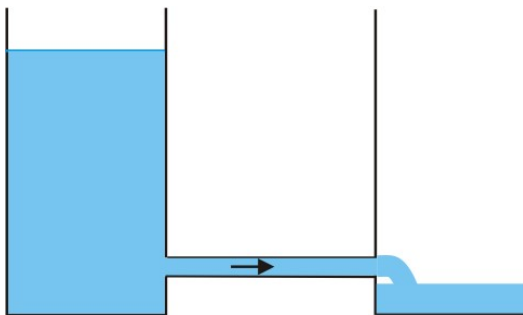
Zapojte obvod. Jakýmkoliv zapojeným spínačem můžete rozsvítit a zhasnout. Kdo je zvědavý, proč to tak funguje, dozví se více v kapitole 3. tady vám jen řeknu, že elektrickým obvodem, když je správně zapojený, teče **elektrický proud**. Teče skrz drátky a elektrické součástky. Vždy chce téct od **plus** k **minus**. Pokud obvod přerušíme jedním přepínačem, proud téci nemůže a ledka nesvítí. Můžeme ale obvod spojit druhým přepínačem.

**Úloha 3.Zapojení** : plus-122 , 123-133 , 124-132 , 131-93 , 92-minus

## Kapitola 2 - Jak to vlastně funguje

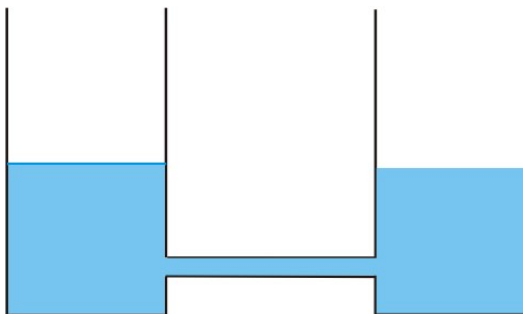
Tak dobře, něco jsme si zapojili a teď nás možná zajímá, co jsme to vlastně udělali a jak to funguje. Jak elektrický proud vlastně teče. Já jako dítě jsem si nedokázal moc dobře představit, že skrz drátky něco teče. Nejsou duté, ani není vidět, že by z nich něco teklo ven. Přesto elektrický proud teče. Teče uvnitř kovových drátků, teče skrz součástky, ale přímo to vidět není. Vidíme jen projevy toku, třeba že ledka svítí. Elektrický proud navíc teče jen jedním směrem. Od plus k minus. Když se podíváte na jakoukoliv elektrickou baterii, tak na ní najdete označení plus a minus. Stejně jako na stavebnici, kde je to u zdířek. Když elektrický proud proteče například skrz ledku, tak se ledka rozsvítí.

Elektřinu si většina žáků, přirovnávala k vodě. Voda taky teče a to asi většina z nás někdy viděla. Neteče skrz drátky, ale skrz potrubí. Představme si dva sudy. Jeden plný vody, druhý prázdný. Dole do nich uděláme díry, připevníme do děr hadici, a oba sudy hadicí spojíme.



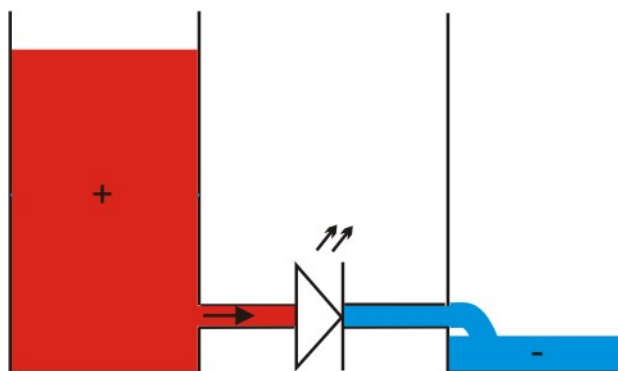
Obrázek 2.1: Voda teče z plného sudu do prázdného

Voda poteče z plného sudu do prázdného skrz hadici. Dokud se hladiny nevyrovnají, tak jak je to na obrázku 2.2.



Obrázek 2.2: Hladiny vody se v obou sudech vyrovnaly

Elektřina teče podobně jako voda. Představte si první sud jako plus a druhý jako minus.



Obrázek 2.3: Jak teče elektřina









Elektřina teče od plus k minus stejně jako voda z plného sudu do prázdného. Neteče potrubím, ale skrz drátky. Drátky jsou potrubí pro elektřinu. Podívejte se znovu na zapojení úlohy 1. Jeden drátek vede od plus k LED1 a druhý od LED1 k minus. To, co tam teče, tomu se říká **elektrický proud**. A teče od plus, přes LED1 do minus.

**POZOR!!!** Nikdy nespojujte plus a minus přímo. Vždycky musí mezi plus a minus být elektrická součástka, která trochu přibrzdí tok elektrického proudu. Když spojíte plus a minus přímo, tak elektřina teče moc rychle a něco se nám spálí, nebo se baterie rychle vybije!!!! A to by byla škoda.

*Pro zvědavé: Kdo by chtěl vědět, co tam teda teče za hmotu místo vody a čím je elektrický proud tvořen, dozví se to na konci návodu. Ale je možné, že vám to trochu zamotá hlavu.*

### Kapitola 3 - Schéma elektrického obvodu

Abychom věděli, jak správně zapojit drátky, byla tu nakreslená stavebnice a na ní barevně nakreslené drátky. To ale zabírá hodně místa na papíře a pro větší zapojení je to nepřehledné. Dělá se to jinak. Nakreslí se **schéma elektrického obvodu**. To je takový obrázek, jak obvod vypadá. Součástky se kreslí jako schematické značky. Drátky jako čáry. Aby bylo schéma přehlednější, kreslíme drátky jako **rovné** čáry. Elektrické součástky kreslíme pomocí schematických značek. Abychom mohli nakreslit schéma elektrického obvodu, potřebujeme vědět, jaká značka znamená jakou součástku. Několik jsem jich připravil do tabulky. Některé součástky už známe, s některými se teprve seznámíme.

Schematické značky	
	REZISTOR
	KONDENZÁTOR
	LED DIODA
	SPÍNAČ (PŘEPÍNAČ)
	TRANZISTOR
	DIODA
	SPOJENÍ DRÁTKŮ
	POTENCIOMETR

Obrázek 3.1: Schematické značky elektrických součástek

Když známe schematické značky, můžeme nakreslit schéma elektrického obvodu, zkráceně jen schéma. Schéma vypadá například takto:

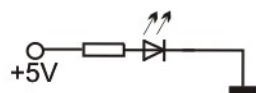


Schéma č.1



Schéma č.2

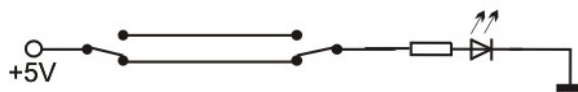
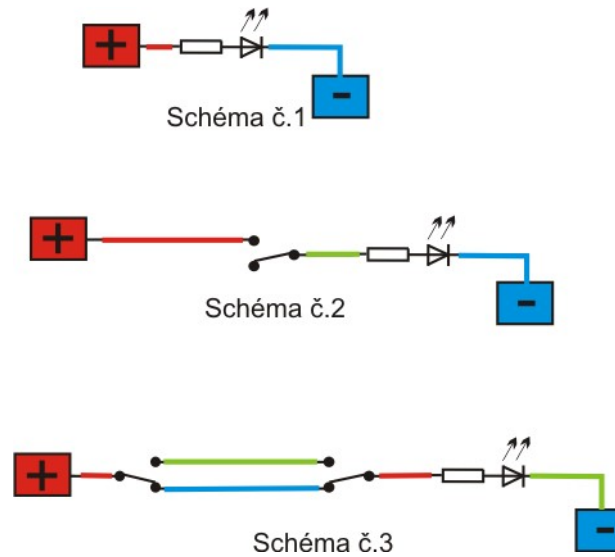


Schéma č.3

Obrázek 3.2: Jak vypadá schéma

Podívejte se prosím na schéma a pak na stavebnici. Schéma č.1 je schéma prvního zapojení v kapitole 1. Schéma č.2 a č.3 odpovídá druhému a třetímu zapojení v kapitole 1. Pro každou součástku existuje obrázek, kterému říkáme schematická značka a je nakreslený ve stavebnici přímo vedle součástky. Ve schématu jsou spojené černými čarami, které nám říkají, odkud kam natáhnout drátky. Podívejte se prosím, na stavebnici. Našli jste podobné obrázky?



Obrázek 3.3: Schéma podle stavebnice s barevně vyznačenými drátky

Na obrázku 3.3 jsem nakreslil místo černých čar barevné, aby bylo jasnější, že jsou to drátky. Všimněte si, že je tam i plus v červeném čtverečku a minus v modrém čtverečku. Barevně to ale normálně nekreslíme.

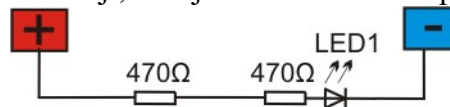
Podívejte se znovu na obrázek 3.2. To, co je tam místo těch modrých a červených čtverečků, je jedna z možností jak sdělit, kam zapojit plus a minus.

Součástek je na stavebnici samozřejmě víc, než jen spínač a LED, každá má svou schematickou značku. V následujících kapitolách si o každé součástce povíme, co vlastně dělá, k čemu je dobrá a jak se zapojuje.

Na obrázku č.3.1 jsou nakreslené schematické značky pro elektrické součástky. Spínač a ledku už známe a víme, co dělají. Kdo si chce vyzkoušet, jestli chápe schéma, nebo si jen procvičit své znalosti, může si pro každý obvod, který jsme zapojili, nakreslit schéma. A nejlépe nechat ho pak svého kamaráda zapojit.

## Kapitola 4 - Rezistory a elektrický proud

Pojďme si zase něco zapojit. Ukážu vám další součástku. Jmenuje se **rezistor**. Hovorově se jí říká odpor. Správné označení je ale rezistor. Rezistory jsou na stavebnici umístěné vlevo ve žlutém poli. Co dělají, si nejdříve ukážeme. Zapojte:



Obrázek 4.1: LED s rezistory

**Úloha 4.Zapojení** : plus-1 , 2-93 , 92-mínus.

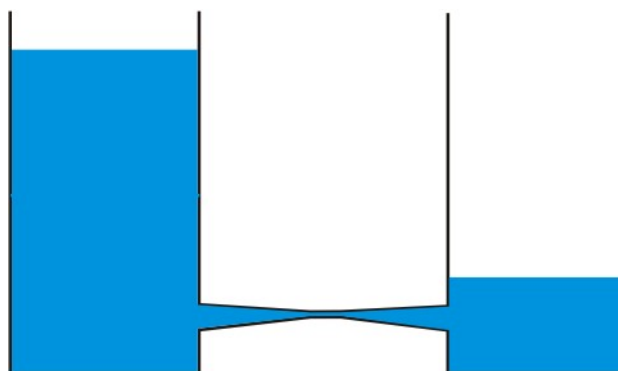
Zapojení je podobné prvnímu zapojení v kapitole 1, ale navíc jsme zapojili do obvodu ještě rezistor. Rezistor má hodnotu  $470\Omega$  ( čte se to "čtyři sta sedmdesát ómů" ). Této hodnotě říkáme **elektrický odpor**, který rezistor klade elektrickému proudu.

V tuhle chvíli bych měl asi vysvětlit, proč jsou ve schématu nakreslené rezistory dva, oba se stejnou hodnotou  $470\Omega$ . Ten první je umístěn na stavebnici vlevo ve žlutém poli, kde jsou rezistory. Ten druhý však není ten, co se nachází hned pod ním, ale je přímo u LED1. Pokud zapojujeme obvod s ledkou, musí být v obvodu nějaký rezistor **vždy** zapojen. Jinak by se ledka mohla zničit. Abychom věděli proč, pojďme si nejdříve vysvětlit, jakou funkci rezistor má. Další informace, proč by se ledka mohla zničit, najdete v kapitole 6, ve které jsou popsány diody a led diody.

Zkuste místo  $470\Omega$  zapojit rezistor s jinou hodnotou. Například  $3300\Omega$ : plus-7 , 8-93 , 92-mínus. Pak zkuste zapojit rezistor s ještě větší hodnotou odporu. Jak svítí LED1? Zjistíte, že čím větší hodnota (to číslo před  $\Omega$ ), tím méně ledka svítí. Je to proto, že skrz obvod teče menší elektrický proud. Rezistor s větší hodnotou klade elektrickému proudu větší odpor a tím ho více brzdí.

Dám vám opět přirovnání k toku vody. Vysvětlíme si to zase na sudech, protože voda v potrubí teče podobně, jako elektřina v drátkách

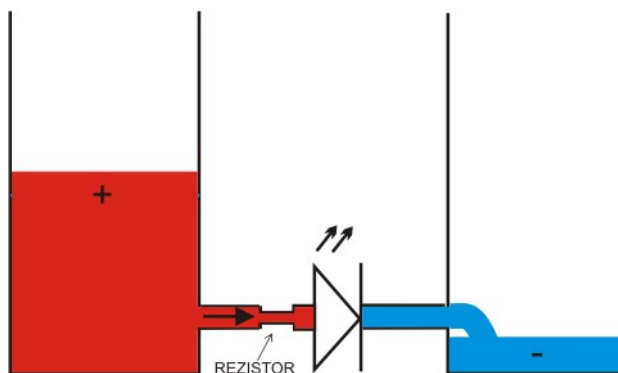
Na obrázku 4.2 je trubice, která spojuje oba sudy, uprostřed úzká. Je to jako hadice, na kterou šlápnete. Srovnajte ho s obrázkem 2.1. Poteče voda rychleji skrz hadici na obrázku 2.1 nebo na obrázku 4.2?



Obrázek 4.2: Sudy s rozdílnou hladinou vody a zúženou trubicí

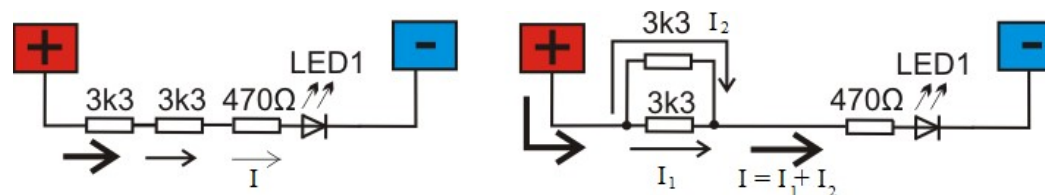
Já bych řekl, že větším proudem to poteče na obrázku 2.1. To zúžené místo v trubici na obrázku 4.2 brzdí vodu a tím je právě podobné rezistoru. Když jsme zapojovali do obvodu rezistor, tak čím větší měl hodnotu odporu, tím méně nám ledka svítila, protože elektrický proud byl více brzděn.

Elektrický proud se značí písmenkem **I** (pomůcka pro zapamatování - písmenko I vypadá jako trubka, skrz kterou teče proud vody). Jeho jednotka (to, jak je veliký nebo malý) se značí **A** (čte se to "ampér"). Více o elektrickém proudu se dozvíte ve výuce fyziky na základní škole. Pro nás tady stačí vědět, že **ampér** je hodnota, jak je elektrický proud velký.



Obrázek 4.3: Zúžené místo pro tok elektrického proudu = rezistor.

Rezistory můžeme spojovat. Zkuste zjistit, jaký je rozdíl mezi obvodem vlevo a obvodem vpravo na obrázku 4.4. Šipkami jsou vyznačené velikosti proudů, které tečou skrz obvod. Silnější čára znamená větší proud, slabší čára znamená menší proud.



Obrázek 4.4: Spojení rezistorů

Která ledka bude svítit víc? Kterou poteče větší proud? Zkusíme na to jít logicky. Víme, že elektrický proud označujeme písmenkem **I**. U obvodu vlevo označíme elektrický proud **I**. Poteče od plus, skrz první rezistor, který mu klade odpor, poteče druhým, který klade další odpor, pak poteče rezistorem u ledky a pak skrz ledku. Proudů kladou odpor všechny tři rezistory, obvodem poteče proud **I**, který je zmenšený kvůli všem třem odporům rezistorů. Odpor obvodu je **větší**, elektrický proud bude **menší**.

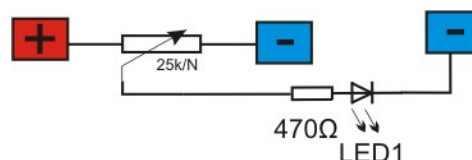
U obvodu vpravo poteče proud od plus, poteče jedním rezistorem, ale zároveň může téct proud ještě druhým. Druhý rezistor 3k3 je jako vedlejší cesta pro proud. Cesty jsou na konci rezistorů spojené, takže se proudy spojí. Jako když teče potok dvěma koryty, tak v místě, kde se koryta spojí, poteče dvakrát tolik vody. Elektrický odpor bude **menší**, celkový proud obvodem bude **větší**.

Já označím proud, který protéká prvním rezistorem 3k3 jako  $I_1$ , a proud, který teče druhým rezistorem 3k3 jako  $I_2$ . Protože se proudy  $I_1$  a  $I_2$  sečtou, bude proud, který protéká obvodem, větší, než kdyby tam byl jen jeden rezistor 3k3. Podívejte se na obrázek 4.4. Rezistor u ledky výsledný proud ještě zmenší. Pak proud teče skrz ledku do mínus. Větší proud tedy poteče elektrickým obvodem vpravo.

**Pro zvidavé:** Zapojení rezistorů vlevo se říká **sériové** zapojení a vpravo je **paralelní** zapojení. U sériového je odpor větší a proud menší, u paralelního je odpor menší, tedy proud větší. . V kapitole 10 se můžete dočíst, jak se hodnota odporu obvodu spočítá.

*Pro pokročilé - spojení tří a více vodičů (drátků) značíme ve schématu puntíkem, a říkáme mu **uzel**. Uzel vidíme v místě spojení rezistorů 3k3, na obrázku 4.4 vpravo. Ve schématu jsou dva uzly. Pro uzly platí zákon, který říká, že proud, který teče do uzlu, se rovná proudu, který z uzlu vytéká. V našem případě do prvního uzlu teče proud  $I$ , a rozděluje se na dva proudy  $I_1$  a  $I_2$ . Proud  $I$ , který do uzlu vtéká, se tedy musí rovnat součtu dvou proudů, které z uzlu vytékají,  $I_1$  a  $I_2$ . To samé platí pro druhý uzel – oba proudy, které vtékají do uzlu, se rovnají proudu, který z uzlu vytéká. Tomu se říká první Kirchhoffův zákon.*

Zajímavou variantou rezistoru je **potenciometr**. Potenciometr je na stavebnici vlevo dole, jeho hodnota je  $25\text{k}\Omega$ . To **k** za číslem 25 je zkratka **kilo**. Znamená to tisíckrát víc, tedy  $25\,000\Omega$ . Je to rezistor, u kterého otáčením té černé čepičky měníme jeho hodnotu. 25k je hodnota, kterou bychom naměřili mezi zdírkami 23 a 25. Zdířka 24 je zapojena na **jezdec**. Mezi zdírkami 23 a 24, i mezi zdírkami 24 a 25 se mění odpor právě podle toho, jak s kloboučkem kroutíme. Zkusíme si to. Zapojme následující obvod:



Obrázek 4.5: Potenciometr s LED

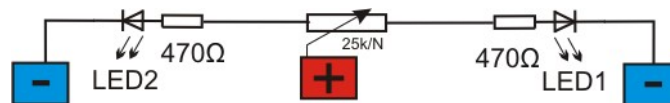
**Úloha 5.Zapojení** : plus-23, 24-93, 92-minus, 25-mínus.

Otáčením kloboučku potenciometru budeme ledka plynule zhasínat a zase se rozsvěcet. Je to proto, že mezi zdírkami 23 a 24 se nám mění odpor. Jezdec se vlastně může otáčením pohybovat od zdířky 23 ke zdířce 25, čili od plus k minus.

**POZOR!** Raději nezapojujte nikdy plus na zdířku 24, když máte minus zapojené na zdířku 23 nebo 25. To samé platí pro minus na zdířce 24 a plus na zdířce 23 nebo 25. Mohlo by se stát, že jezdcem spojíte plus a minus. A vznikne krátké spojení, neboli **zkrat**. Stavebnice má sice u potenciometru ochranný rezistor, aby se potenciometr nezničil, ale je lepší vědět, že zkratem se dá neúmyslně potenciometr zničit.

*A když už jsme u upozornění, tak mám ještě jedno. Když budete zapojovat drátek, jehož jeden konec bude zapojen do plus (nebo minus), vždycky zapojte nejdříve ten konec, který vede k součástce a pak teprve druhý konec do plus (nebo do minus). Stalo se nám na kroužku, že někdo zapojoval dlouhý drát, zapojil ho nejdřív do plus a druhý konec, který ještě neměl nikam zapojený, se mu dotkl někde minus (tím jak drátek poletoval nad stavebnicí) a způsobil zkrat. Naštěstí má stavebnice ochranu i proti zkratu.*

Ještě jedno hezké zapojení s potenciometrem:

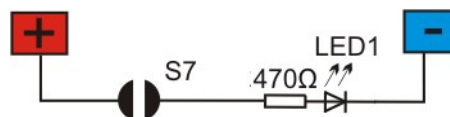


Obrázek 4.6. Potenciometr s dvěma LED.

**Úloha 6. Zapojení :** plus-24, 25-95, 94-mínus, 23-93, 92-94.

Potenciometrem točte sem a tam. Jedna ledka se bude rozsvěcet a druhá zhasínat. A naopak. Ze schématu je zřejmé, co se děje, plus je přiveden na jezdec. Tím, jak čepičkou otáčíme, přibližujeme plus k jedné ledce a od druhé se vzdaluje. A nebo naopak. Proud protékající od plus má v jedné cestě menší odpor (ta ledka svítí více) a v druhé cestě má větší odpor (ta ledka svítí méně).

Předposlední rezistor, o kterém si něco řekneme, je trochu zvláštní a většinu z vás by asi nenapadlo, že existuje. Nejdříve si zapojíme následující obvod.



Obrázek 4.7: Dotykový spínač

**Úloha 7. Zapojení :** plus-135 , 134-93 , 92-mínus.

Prstem se dotkněte dotykového spínače S7. Ledka více či méně svítí, spíše mžourá, podle toho jak tlačíme. Když si nasliníme prst, bude svítit více. Zajímavé, co? Co se děje?

Je důležité vědět, že lidské tělo je také rezistor. Tedy skrz náš prst může protékat elektrický proud. Prst přiložený na spínač S7 spojuje dva vývody, jako kdyby plus bylo připojené na vývod ledky přes rezistor. Když prst nasliníme, proud může lépe téct, voda totiž snižuje odpor.

*A teď musím všechny čtenáře upozornit, že když je proud moc veliký, může nám ublížit. Na stavebnici se nám to nestane, ale nikdy nesahejte do elektrických zásuvek nebo do jiných elektrických zařízení!!!*

**Pro zvědavé:** Na stavebnici jsou ještě další rezistory, které jsou umístěny nad tlačítky. Budou potřeba až později, teď si řekneme jak fungují. Jeden z jejich vývodů je připojen na zdičky 110 až 115. Rezistory nejsou vidět na první pohled vidět. Tvoří je rezistorové pole, což je dlouhá černá součástka poblíž modrého políčka mínus a je označena bílým písmem 6x3k3. Jejich druhé vývody jsou spojené a vyvedené na vývod uprostřed mezi plus a mínus. Uvidíte tam tři hroty, na které se dá nasadit propojka. Ta může spojit vždy dva hroty. Prostřední hrot je vývod druhých konců rezistorů, levý hrot je plus a pravý hrot je mínus. Když umístíme propojku vlevo, spojíme konce rezistorů s plus, vpravo je spojíme s mínus. Později se to bude hodit. Další rezistory, které na stavebnici najdete, ale nejsou popsány, mají ochrannou nebo propojovací funkci.

## Dobrovolná kapitola 4.a - Měření multimetrem

Tahle kapitole je dobrovolná. Doporučuji ji číst žákům, kteří chodí do sedmé třídy nebo vyš. Je totiž zapotřebí znát desetinná čísla a v ideálním případě počítání se zlomky.

Ukážu vám zde, jak používat měřicí přístroj zvaný **multimetr**, kterému se hovorově říká měřák. Nejdříve je třeba si multimetr někde sehnat. Stačí nám jakýkoliv, například ten, co je na obrázku. Prodává se včetně měřících hrotů (to jsou ty šňůry). Pokud si nevíme rady s tím, kde ho sehnat, pomůže internetový vyhledávač, já používám [www.google.cz](http://www.google.cz).



Obrázek 4a.1: Multimetr

Abychom mohli měřit součástky a elektrický proud v obvodech na stavebnici, ještě doporučuji sehnat si hroty jiné, do kterých se dají zachytit konce drátků, nebo které se dají zasunout přímo do zdířek stavebnice. Já jsem zvolil šňůry s krokosvorkami, viz obrázek 4a.2.



Obrázek 4a.2: Měřicí šňůry s krokosvorkami

Jeden jejich konec pasuje do multimetru a druhý se zmáčknutím rozevře a můžeme do něj uchytit konec drátku. Druhý konec drátku pak zapojíme do zdířky podle toho, co chceme měřit. Základními funkcemi multimetru je měřit elektrický proud, elektrické napětí a elektrický odpor. Zatím budeme elektrický proud.

*Poznámka: Multimetry se dají sehnat v obchodech s elektrickými součástkami, já nakupuji v obchodech GES electronics ([www.ges.cz](http://www.ges.cz)), kde jsem sehnal i ty hroty, GM electronic ([www.gme.cz](http://www.gme.cz)), TME ([www.tme.cz](http://www.tme.cz)). Lze také hledat pomocí internetového vyhledavače, obchodů je jistě více.*

## Podkapitola 4a.1 - Měření elektrického proudu

Elektrický proud se měří přístrojem, který se jmenuje **ampérmetr**. Jeho schematická značka je na obrázku 4a.3.



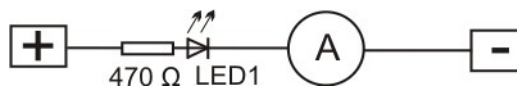
Obrázek 4a.3: Schematická značka pro ampérmetr

Abychom elektrický proud mohli změřit, musí skrz ampérmetr protéct. Do obvodu ho zapojujeme tak, aby elektrický proud (vzpomínáte, odkud kam v obvodu teče? *Od plus k minus*) protekl skrz ampérmetr. Například na místo v obvodu, jak je vidět na obrázku 4a.4.



Obrázek 4a.4: Měření elektrického proudu ampérmetrem

Elektrický proud teče v takovémhle obvodu na všech místech stejně veliký. Je tam jen jedna cesta od plus k minus. Je jedno, kam do té cesty ampérmetr zapojíme. Na obrázku 4a.4 a 4a.5 bude ampérmetr ukazovat v obou případech stejnou hodnotu.



Obrázek 4a.5: Umístění ampérmetru v obvodu na jiné místo

Takto můžeme zjistit, jak veliký proud teče skrz obvod s ledkou a rezistorem  $470\Omega$ . Je potřeba, abych ukázal ještě jednu věc, totiž jak se multimetr správně přepíná na měření elektrického proudu. Na obrázku 4a.6 je fotka multimetru. Kolečko pro přepínání funkcí, které je uprostřed multimetru, má ukazatel. Když multimetr zakoupíme, měla by být nastavená poloha OFF, což znamená vypnuto. Je potřeba ho nastavit na funkci ampérmetru. Tu představují některé polohy vpravo. Je jich tam hned několik. Nás zajímají polohy  $2000\mu$ ,  $20m$  a  $200m$ . Znak  $\mu$  se čte "mikro". Malé  $m$  se čte "mili". Pod všemi těmito polohami je na multimetru velké  $A$ . To znamená **ampér**. Znak  $\mu$  nám říká, že multimetr zobrazuje počet  $\mu A$ , čte se to "mikroampér". Milion  $\mu A$  se rovná  $1A$ . Znak  $m$  nám říká, že multimetr zobrazuje počet  $mA$ , čte se to "miliampér". Tisíc  $mA$  se rovná  $1A$ . Kluci si to nejlépe pamatovali, když si miliampéry přirovnali k milisekundám. Věděli, že  $1000$  milisekund je  $1$  sekunda. A stejně tak  $1000$  miliampér je  $1$  ampér. Polohy  $2000\mu$ ,  $20m$  a  $200m$  na multimetru se nazývají **měřicí rozsahy**. Znamená to, jakou největší hodnotu může multimetr v daném rozsahu změřit. Pokud bychom chtěli měřit elektrický proud o velikosti  $34mA$ , tak ho změříme jen v rozsahu  $200mA$ .



Rozsahy pro měření elektrického proudu

Zvolený rozsah je 200mA

Toto je také rozsah pro měření elektrického proudu

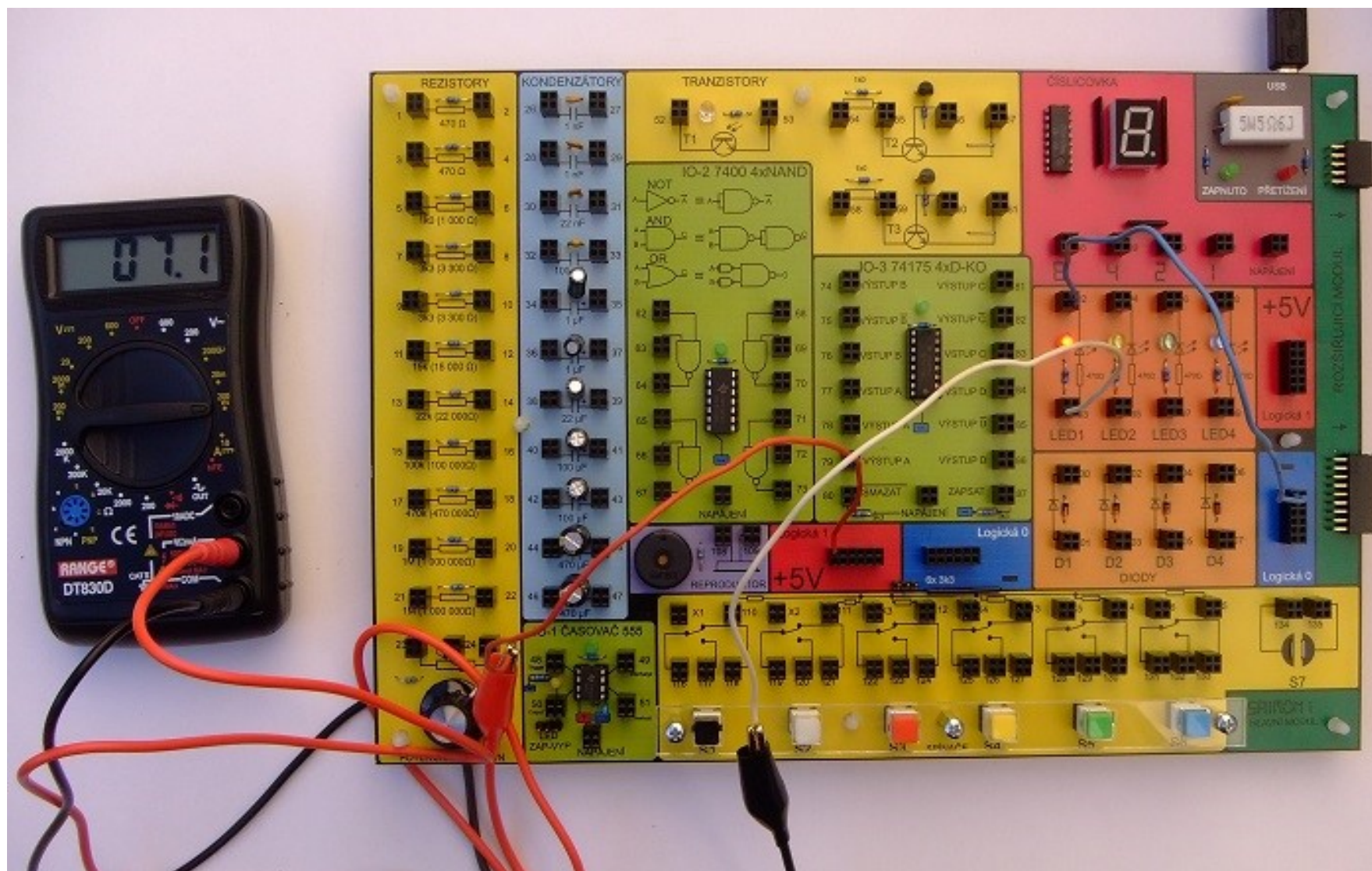
Maximální hodnota je 10A, ten však my používat nebudeme

Obrázek 4a.6: Multimetr se zvoleným rozsahem 200mA

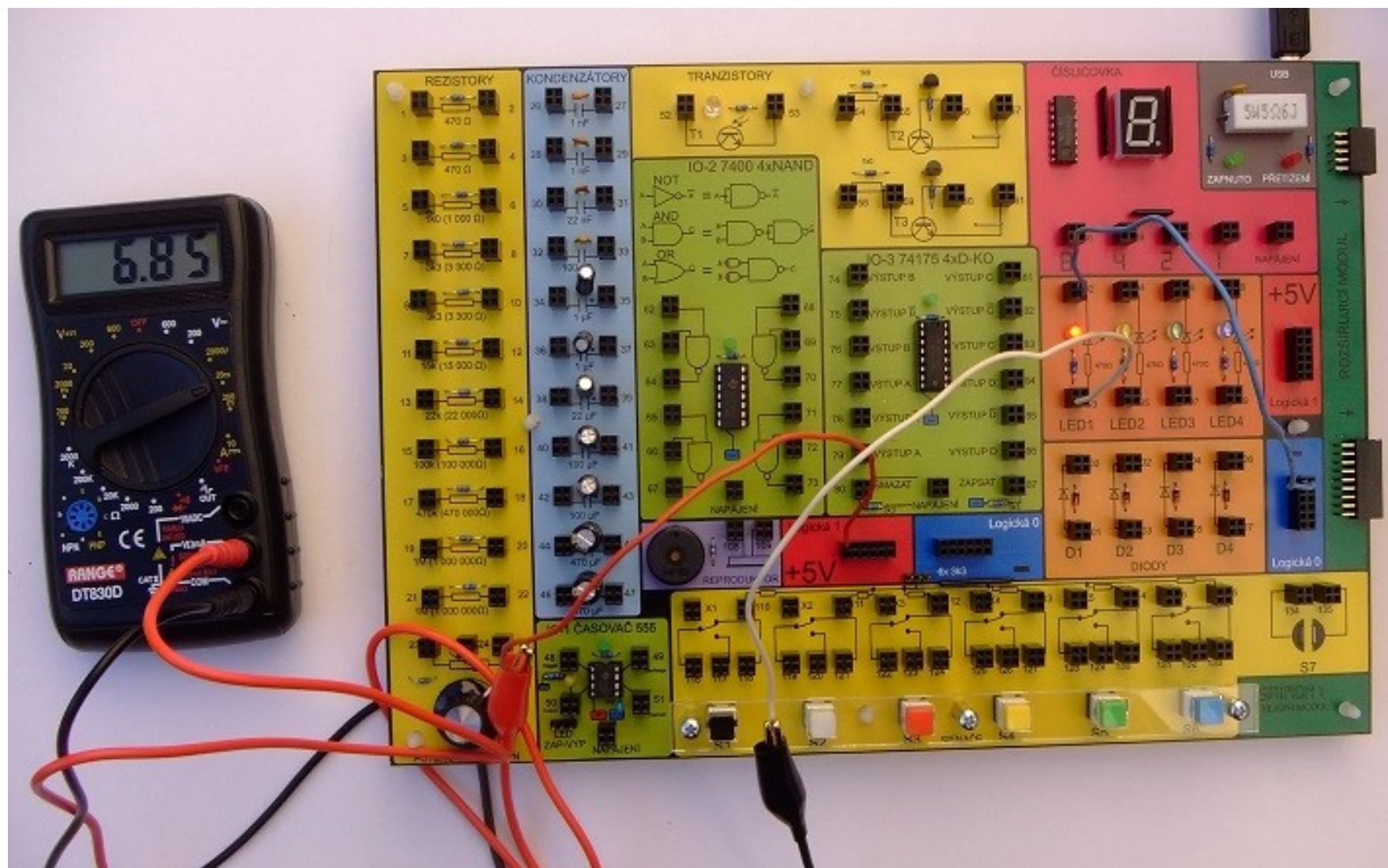
No a proč teda nenastavit rovnou ten největší možný rozsah a měřit jen na něm? Změřili bychom přece vždycky všechno. Odpověď je jednoduchá. Kdybychom měřili elektrický proud o velikosti například  $126\mu\text{A}$ , tak při zvoleném rozsahu  $200\text{mA}$  by sice měřák hodnotu ukazoval, ale velmi nepřesně. Je vždycky potřeba zvolit nejbližší vyšší měřicí rozsah, aby měření bylo co nejpřesnější.

Co ale dělat v případě, kdy vůbec netušíme, jaký měřicí rozsah zvolit, protože nevíme, jak veliký elektrický proud obvodem poteče? Pak zvolíme ten nejvyšší rozsah a postupně zmenšujeme podle naměřené hodnoty. Všechno si ukážeme na příkladu. Na obrázcích 4a.7 a 4a.8 jsou fotky stavebnice zapojené podle obvodu z obrázku 4a.4. Na obrázku 4a.7 je zvolený rozsah  $200\text{mA}$ , na obrázku 4a.8 je zvolený rozsah  $20\text{mA}$ . Porovnejte naměřené hodnoty pro vlastní představu přesnosti rozsahů.

**Pro zvidavé:** Na multimetru je ještě jedna poloha pro měření elektrického proudu. Je to  $10\text{A}$ . Tak veliký proud ale na stavebnici nikdy měřit nebudeme. Maximální proud není daný jen odporem elektrického obvodu, ale i vlastnostmi zdroje. A USB nabíječky jsou schopné dát maximální proud kolem  $1\text{A}$  (některé i více). Stavebnice má však ochranu proti přetížení, která tento proud omezuje na přibližně  $500\text{mA}$  (to je  $0,5\text{A}$ ). Ten sice na rozsahu  $200\text{mA}$  nezměříme, avšak pokud poteče obvodem takhle veliký proud, je něco zapojené špatně. Po chvilce se rozsvítí červená ledka vpravo nahoře na stavebnici, která signalizuje přetížení.

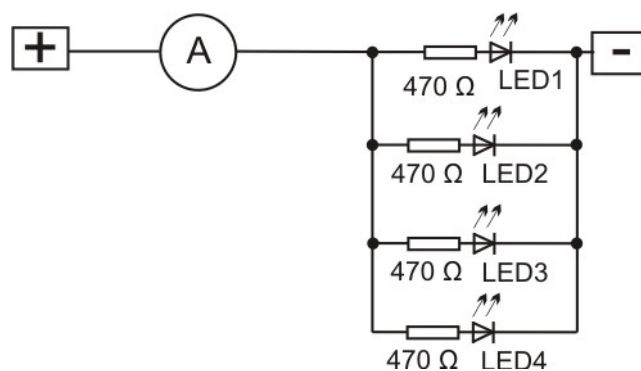


Obrázek 4a.7: Měření elektrického proudu v obvodu zapojeného na stavebnici při rozsahu 200mA

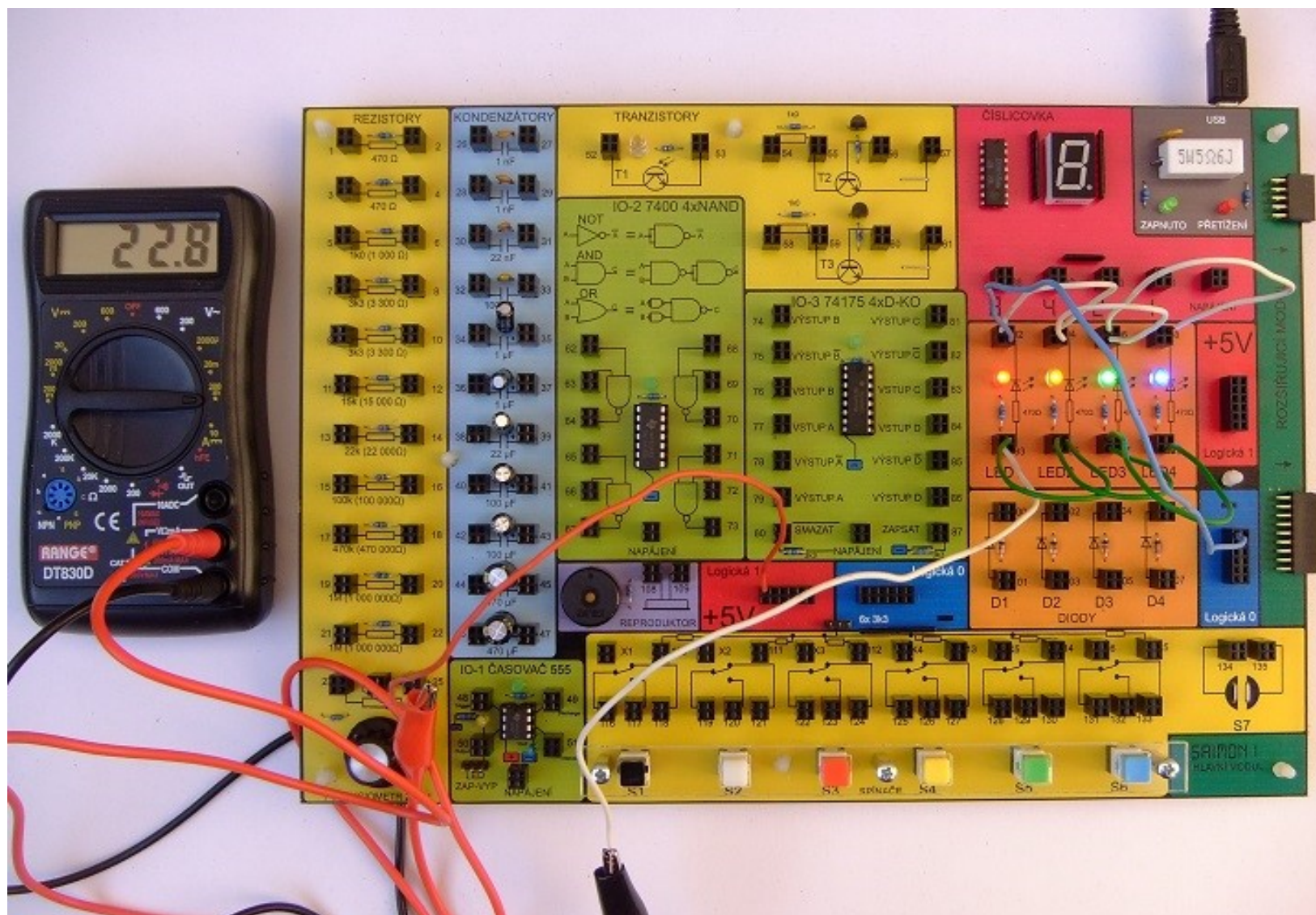


Obrázek 4a.8: Měření elektrického proudu v obvodu zapojeného na stavebnici při rozsahu 20mA

Dále zkuste změřit elektrický proud protékající obvodem na obrázku 4a.9. Je tam schéma obvodu, v kterém proud protéká všemi čtyřmi ledkami. Než to zapojíte a změříte, zkuste si odpovědět na otázku, zda bude měřený proud větší, nebo menší, než proud protékající obvodem podle schématu na obrázku 4a.4? Jako nápovědu vám řeknu, že elektrický proud může téct celkem čtyřmi cestami. Správnou odpověď uvidíte na obrázku 4a.10.



Obrázek 4a.9: Měření elektrického proudu protékajícího skrz čtyři ledky



Obrázek 4a.10: Měření elektrického proudu protékajícího skrz čtyři ledky, zapojení na stavebnici

## Podkapitola 4a.2 - Měření elektrického odporu

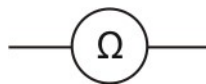
K měření elektrického odporu se používá přístroj, zvaný **ohmmetr** (čti "ómmetr"). My použijeme náš multimetr, opět správně přepnutý. Pro měření elektrického odporu má několik rozsahů. Jsou to 2000k, 200k, 20k, 2000 a 200. U těchto rozsahů je na měřáku značka  $\Omega$ . Čili rozsahy znamenají měření 2000k $\Omega$ , 200k $\Omega$ , 20k $\Omega$ , 2000 $\Omega$  a 200 $\Omega$ . Někdy můžete vidět místo 200 $\Omega$  značení 200R. Obě značení znamenají to samé. Na obrázku 4a.11 vidíme multimetr s vyznačenými rozsahy pro měření elektrického odporu.

Rozsahy pro měření  
elektrického odporu



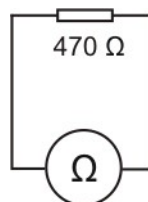
Obrázek 4a.11: Multimetr s vyznačenými rozsahy pro měření elektrického odporu

Schematická značka ohmmetru je na obrázku 4a.12.



Obrázek 4a.12: Schematická značka ohmmetru

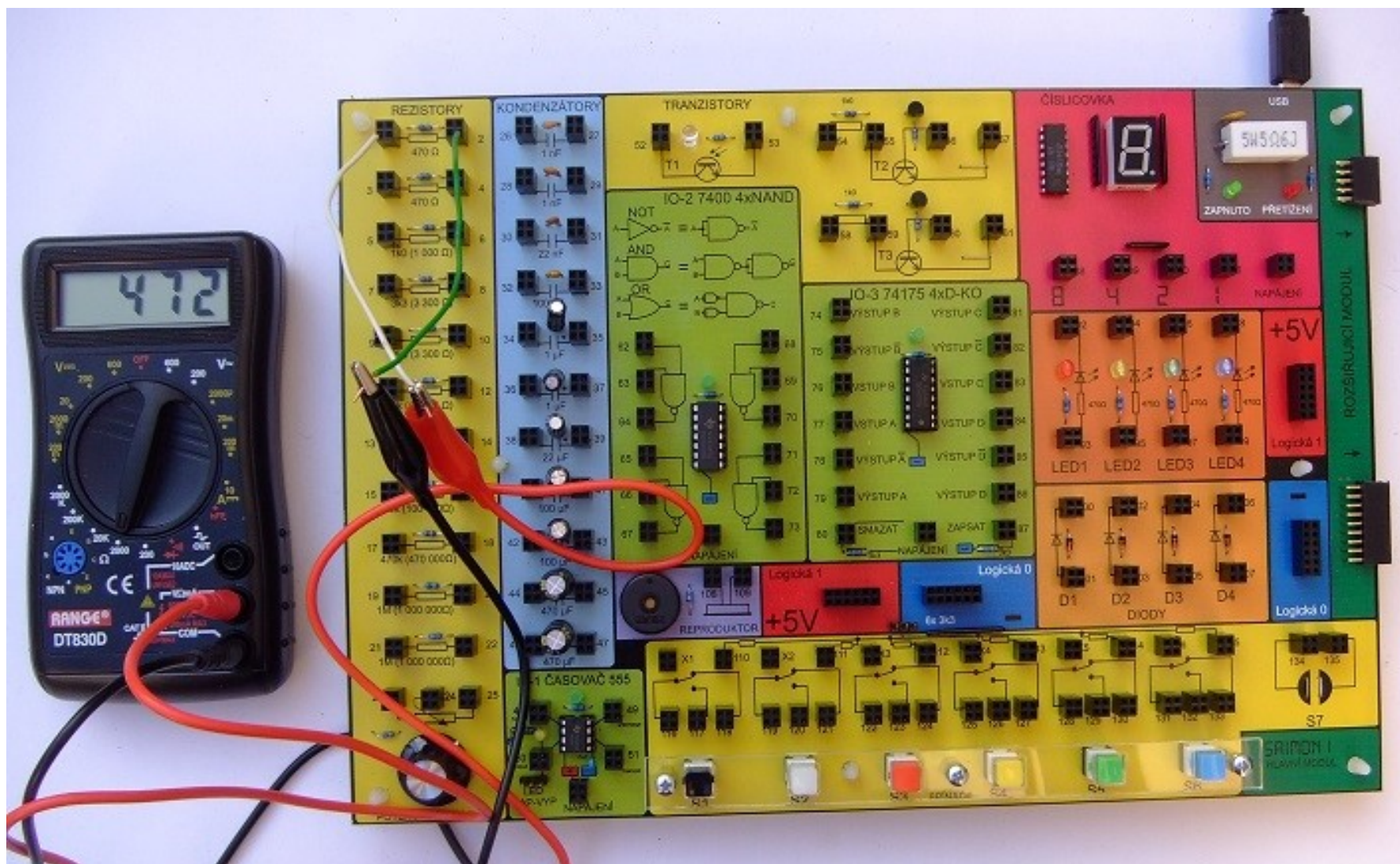
Změříme elektrický odpor rezistoru  $470\Omega$ . Čili hodnotu rezistoru. Multimetr zapojíme podle schéma na obrázku 4a.13.



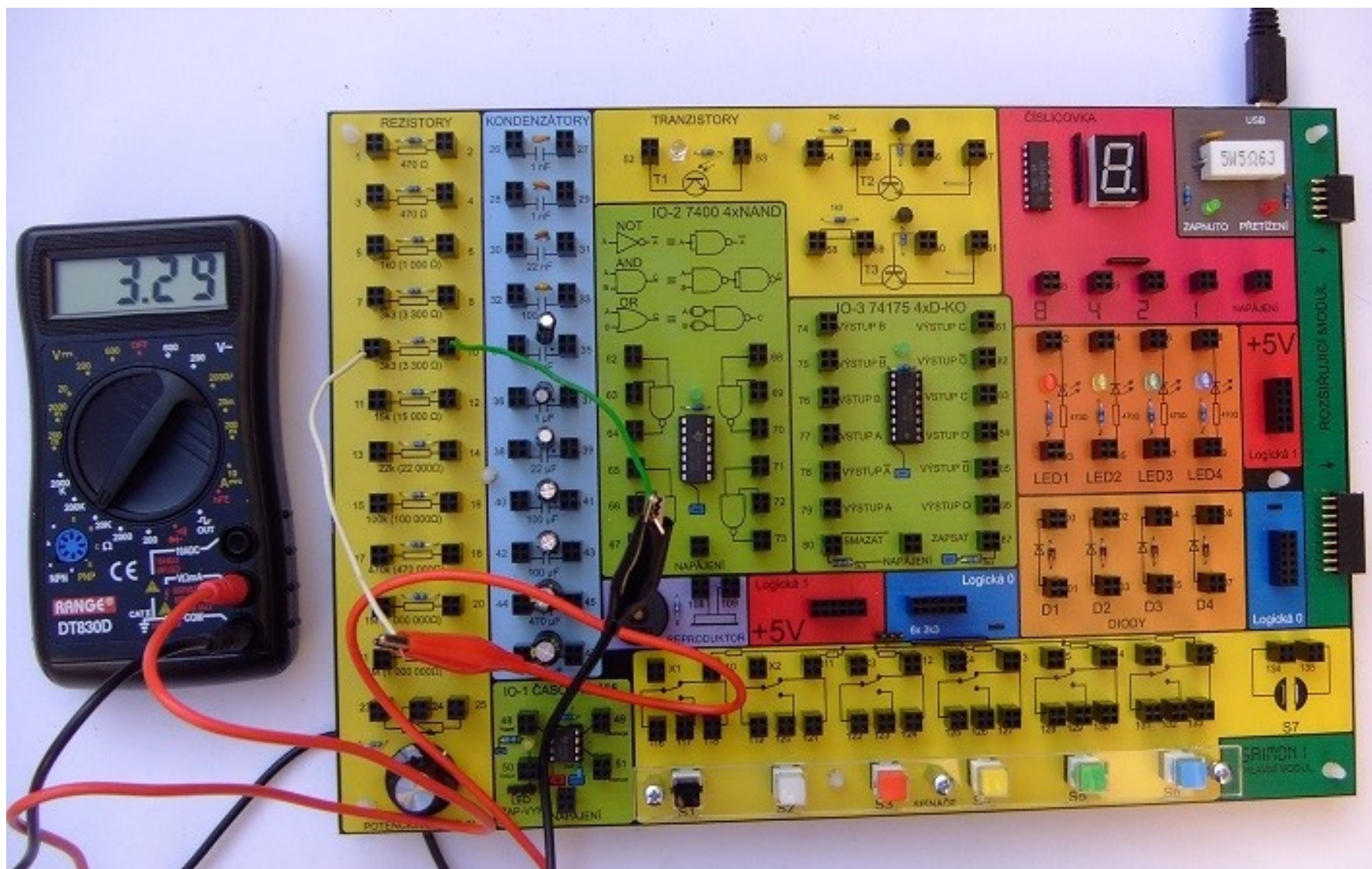
Obrázek 4a.13: Schéma pro měření hodnoty rezistoru

Zvolíme nejbližší vyšší rozsah, a to je  $2000\Omega$ . Naměřili jste skutečně  $470\Omega$ ? Já tedy ne. Jak vidíte na obrázku 4a.14, kde je obvod zapojený na stavebnici, tak měřák ukazuje hodnotu  $472\Omega$ . Vaše naměřená hodnota může být také jiná. Například  $475$ ,  $469$ , případně ještě jiná. Je to z několika důvodů. Elektrické součástky se totiž nikdy nepodaří vyrobit úplně přesně. Měřená hodnota od té, kterou má součástka mít, se může lišit. Říká se tomu **tolerance**. Udává se v procentech (kdo je ještě ve škole neměl, nelámejte si s tím hlavu). Stejně tak měřák také neměří úplně přesně. Jak jsme viděli na obrázcích 4a.7 a 4a.8, jinak přesnou hodnotu můžeme ovlivnit volbou rozsahu. Multimetr měří s určitou chybou, kterou výrobce udává v návodu k němu. Měření tedy vždycky nebude přesné, říká se tomu **chyba měření**. To vše je ale nad rámec toho, co vám chci zde ukázat, kdo by se chtěl dozvědět více, použijte opět internetový vyhledávač.

Na obrázku 4a.15 je zapojen rezistor  $3k3$ . Je to hodnota  $3300\Omega$ , takže musíme zvolit rozsah  $20k$ . Zkuste opět zapojit a sledujte měřenou hodnotu, o kolik se liší od té napsané na stavebnici.



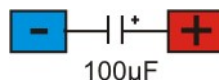
Obrázek 4a.14: Měření elektrického odporu rezistoru s hodnotou  $470 \Omega$



Obrázek 4a.15: Měření elektrického odporu rezistoru s hodnotou 3k3

## Kapitola 5 - Kondenzátory a elektrické napětí

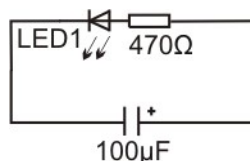
Pojďme si zase hrát. Co dělá rezistor už víme. Teď je na řadě další elektrická součástka, říká se jí **kondenzátor**. Kondenzátor nejdříve připojíme na napájení (na plus a minus). Pozor, některé kondenzátory mají na stavebnici vyznačené u jedné zdičky +. Tato zdička musí být vždy připojena na plus a ta druhá na minus. U těch, které nemají označenou zdičku +, je jedno jak je zapojíte. Zapojte nejdříve:



Obrázek 5.1: Nabíjení kondenzátoru.

**Úloha 8. Zapojení :** 41-plus, 40-minus.

A teď oba drátky rozpojíme a kondenzátor připojíme na ledku. Třeba na LED1.



Obrázek 5.2: Vybíjení kondenzátoru.

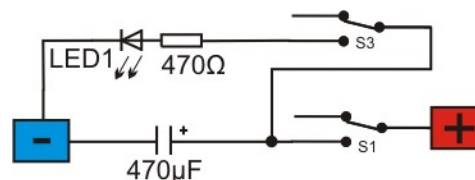
**Úloha 9. Zapojení :** 41-93, 40-92.

Pokud máte vše správně zapojené, ledka se rozsvítí, a pak pozvolna zhasíná. Můžete si zkusit zapojit kondenzátor i s jinou hodnotou (kondenzátor na obrázku 5.2 má hodnotu 100  $\mu\text{F}$ , čte se to "sto mikro Faradů"). Jak dlouho svítí ledka, když použijete menší nebo větší hodnotu kondenzátoru?

Hodnota kondenzátoru se nazývá **kapacita** a má jednotku **Farad**. Znamená, kolik elektrického náboje je kondenzátor schopen udržet (stejně jako kolik vody se vejde do sudu).

**Pro zvědavé:** Tak jako rezistory, mají i kondenzátory toleranci. Měřená kapacita se může od jmenovité (té co je na kondenzátoru napsána) lišit. Měřák pro měření kapacity je však velmi drahý.

Následující schéma je pohodlnější varianta předchozího.

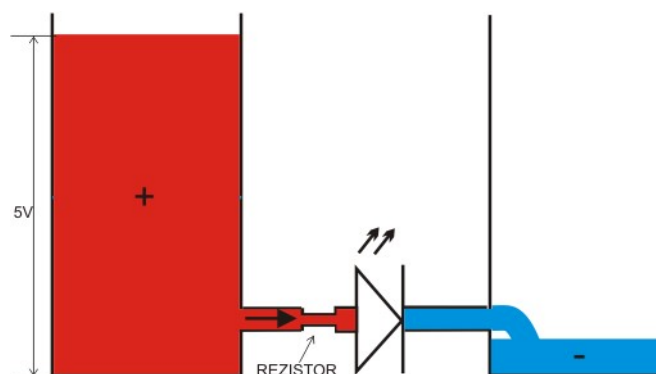


Obrázek 5.3. Nabíjení spínačem.

Černým tlačítkem kondenzátor připojíme na plus, tedy nabijeme a červeným tlačítkem ho připojíme na ledku. Kondenzátor se tak vybíjí a přitom rozsvítí ledku. Protože kondenzátor připojujeme přímo na plus a minus, při jeho nabíjení může téci obvodem chvilku příliš velký proud a rozsvítí se kontrolka přetížení. To je v pořádku. Aby se to ale nestávalo a spínač ani zdroj se příliš nezatěžoval, je dobré mezi plus kondenzátoru a plus na stavebnici umístit rezistor s hodnotou alespoň  $470\ \Omega$ . Na schématu zobrazen není, nechávám to jako úlohu pro vás.

**Úloha 10. Zapojení :** plus-116 , 117-45 , 44-mínus , 45-122 , 123-93 , 92-mínus

Když už víme, jak vypadá elektrický proud a elektrický odpor, zbývá si ještě říct o pro nás zatím poslední veličině. Podívejte se prosím, na obrázek 5.4 a srovnajte ho s obrázkem 4.3 v minulé kapitole. Na obrázku 4.3 je v levém sudu vyšší hladina vody ( resp. elektrického náboje ). Bude mít výška hladiny v sudu vliv na proud potrubím (drátkem)?



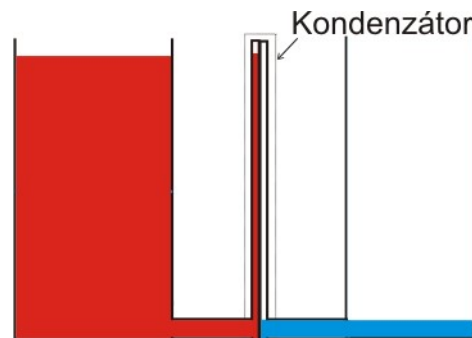
Obrázek 5.4: Vyšší hladina v levém sudu.

Já si myslím, že ano. Vyšší hladina znamená větší tlak a tedy větší proud. Kdo si to chce ověřit, může si udělat díru do plastové lahve a zkoušet, jak bude voda vytékat, když bude láhev plná a když bude skoro prázdná. (Prosím, raději venku, než doma, rodiče vám poděkují.)

Výška hladiny v sudu (tedy spíše rozdíl výšky hladiny levého a pravého sudu) je podobná fyzikální veličině, které říkáme **elektrické napětí**. Značí se písmenem **U** (pomůcka pro zapamatování - písmenko U vypadá jako nádoba, do které můžeme nalít vodu). Na stavebnici jsou zdířky značené jako +5V a -. Na bateriích je vždy také + a - a napsáno například 1,5V nebo 1,2V. Na autobaterii je 12V. To "V" znamená **Volt** a je to jednotka elektrického napětí. Dan mi říkal, že si 5V (pět voltů) představuje jako že hladina v sudu sahá do výšky 5 metrů. Na baterii, kde je 1,5V, hladina sahá do výšky 1,5M. Tak nějak podobně to je. Pro nás je důležité, že čím větší hladina vody, tím větší napětí. A stejným obvodem poteče větší proud, tak jako stejným potrubím poteče větší proud vody, když hladina v sudu bude vyšší.

***Pro zvědavé:** Elektrické napětí je rozdíl **elektrických potenciálů** mezi plus mínus. Pokud je na plus 5V a na minus 0V, tak napětí mezi plus a minus je  $5 - 0 = 5V$ . Je to jako kdyby byla výška hladiny v jednom sudu 5m a v druhém 0m, rozdíl hladin je pak  $5 - 0 = 5m$ . Elektrický proud teče jen pokud mezi plus a minus je napětí, čili rozdíl potenciálů. Proto například ptákům, kteří sedí na drátech elektrického vedení, se nic nestane. Jsou spojeni pouze s jedním potenciálem a proud skrz ně nemá kam téct. Ale pokud uvidíte na zemi spadlý drát, jehož druhý konec vede na stožár elektrického vedení, nikdy na něj nesahejte. Zem, po které chodíte, je totiž vždy spojena s jedním potenciálem, který vede z elektrárny (zjednodušeně řečeno). Pokud vezmete do ruky drát, můžete tím vzít do ruky druhý potenciál a proud může téci skrz vás. A to může být nejen nebezpečné, ale i smrtelné. Proto to **NIKDY** nedělejte.*

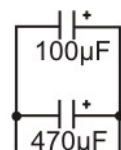
***Dále pro zvědavé:** Pokud máte touhu si představit kondenzátor, nakreslil jsem obrázek, který by mohl pomoci. Dan i Vojta mi říkali, že si kondenzátor představují jako malou baterii. Když ho připojíme na + a -, tak se nám nabije. Kdyby to byl sud na vodu (vlastně na elektrický náboj) tak by vypadal asi jako na obrázku 5.5. Byl by to uzoučký sud. Čím menší hodnota  $F$ , tím by byl užší. Když do něho teče voda, hladina rychle stoupne a když vytéká ven, tak zase rychle klesne.*



Obrázek 5.5: Kondenzátor

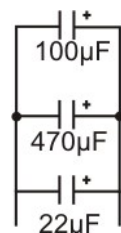
Kondenzátory samozřejmě můžeme zapojovat sériově nebo paralelně, stejně jako rezistory. Když zapojíme kondenzátory paralelně, bude kapacita takového zapojení rovna součtu obou kondenzátorů. Když zapojíme kondenzátory sériově, tak mají kapacitu menší. V kapitole 10 se dozvíte, jak se dá kapacita takového zapojení spočítat.

Nás bude zajímat zatím pouze paralelní spojení kondenzátorů. Kapacita kondenzátorů v obvodu na obrázku 5.6 je  $570\mu\text{F}$ .



Obrázek 5.6: Paralelní zapojení dvou kondenzátorů

Kondenzátorů můžeme spojovat kolik chceme. Na obrázku 5.7 je spojení tří kondenzátorů s výslednou kapacitou  $100+470+22=592\mu\text{F}$ .



Obrázek 5.7: Paralelní zapojení tří kondenzátorů

## Dobrovolná kapitola 5a - měření elektrického napětí a Ohmův zákon

Když už víme, co to elektrické napětí je, ukážeme si, jak se měří. Například víme, že napětí mezi plus a mínus na stavebnici je 5V. Elektrické napětí se měří přístrojem zvaným **voltmetr**. Jeho schematická značka je na obrázku 5a.1.



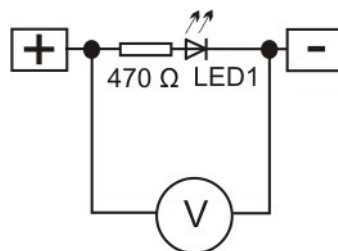
Obrázek 5a.1 - Schematická značka voltmetru

Správné zapojení voltmetru je na obrázku 5a.2, kde je obvod, který pouze měří napětí (tedy rozdíl potenciálů) mezi plus a mínus.



Obrázek 5a.2 - Zapojení voltmetru

Na obrázku 5a.3 je zapojení voltmetru v elektrickém obvodu s ledkou a rezistorem. Je rozdíl mezi zapojením ampérmetru a voltmetru. Zatímco ampérmetr zapojujeme tak, aby skrz něj protekl elektrický proud, tak voltmetr zapojujeme na dvě místa, mezi kterými chceme měřit napětí (tedy rozdíl potenciálů). Elektrický proud, který protéká obvodem, neprotéká voltmetrem. Představte si, že chcete měřit výšku hladiny v sudu. Vezmete měřidlo, kterému lidově říkáme metr, jeden konec umístíte ke dnu sudu a sledujete, kam ukazuje hladina. Jako na obrázku 5.4.



Obrázek 5a.3 - Zapojení voltmetru v elektrickém obvodu

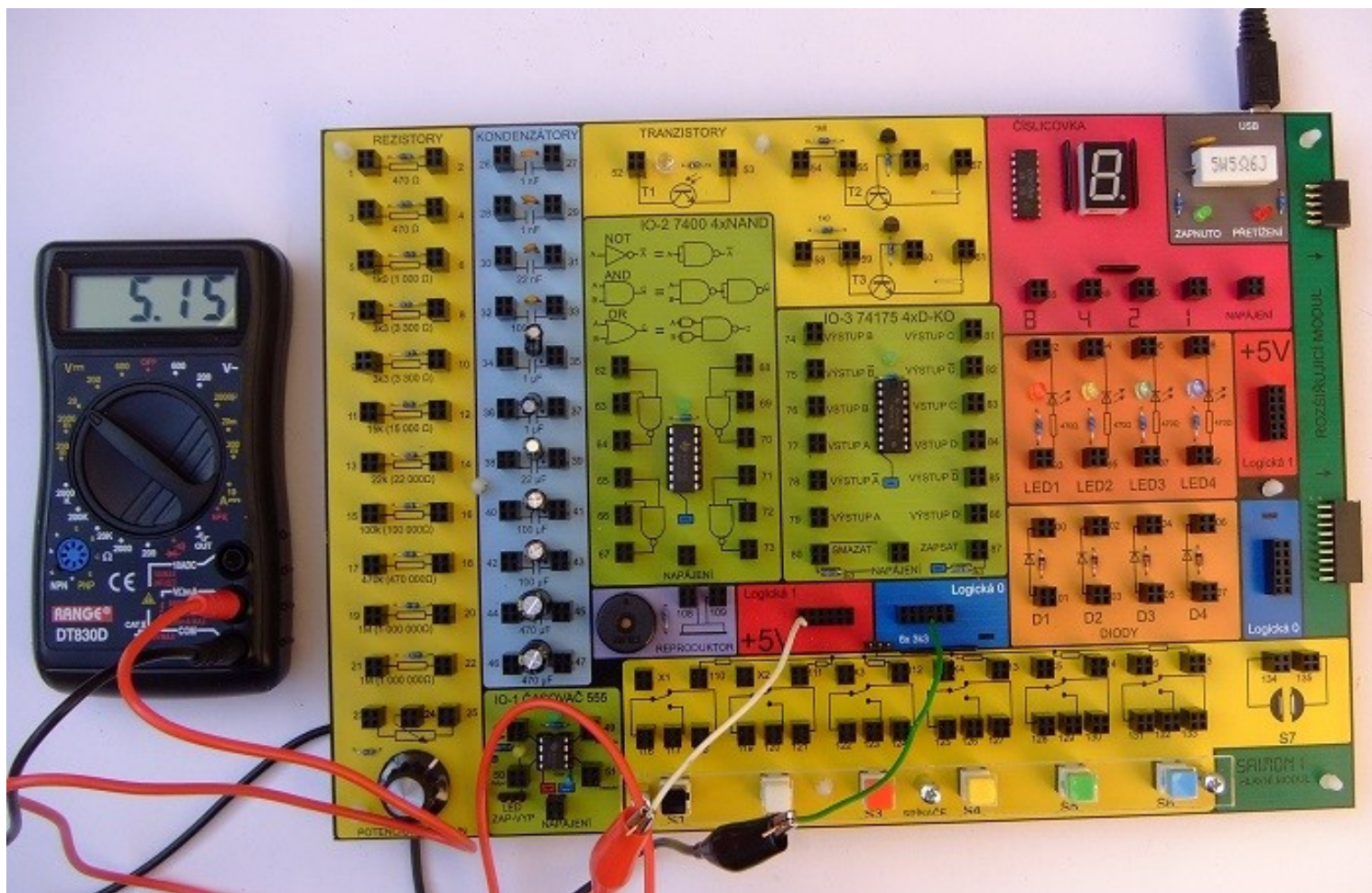
Jak tedy měřit elektrické napětí pomocí multimetru? Je potřeba ho přepnout do správné polohy. Opět je zde několik rozsahů pro měření napětí. Jsou to 200m, 2000m, 20, 200, 600. Blízko těchto popisků je vidět písmenko V s dvěma čárkami napravo. Horní je plná a spodní přerušovaná. Rozsahy znamenají 200mV (čti "200 milivoltů"), 2000mV, 20V, 200V, 600V. Nastavení multimetru pro měření elektrického napětí je na obrázku 5a.4.

Rozsahy pro měření elektrického napětí



Obrázek 5a.4: Nastavení multimetru pro měření elektrického napětí

Na obrázku 5a.5 je zapojení obvodu s voltmetrem z obrázku 5a.2. Mezi plus a minus na stavebnici je napětí 5V. Nejbližší vyšší rozsah pro měření tohoto elektrického napětí je 20V. Můj multimetr ukazuje 5.15V. Vidíte, že to není přesně 5. Je to jak chybou voltmetru, tak USB nabíječky.



Obrázek 5a.5 - Měření elektrického napětí na stavebnici

Ted' když už známe elektrický proud, elektrické napětí a elektrický odpor, prozradím vám, že mezi těmito veličinami je souvislost. Dám vám příklad. Když bude vyšší hladina vody v sudu, tak proud vody dírou u dna bude větší. To jsme už zkoušeli. Napětí tedy ovlivňuje proud. Pokud z té díry povede hadice, kterou přišlápeme, proud bude menší, protože zvětšíme odpor toku vody. Odpor také ovlivňuje proud. Objevitel této souvislosti se jmenoval Georg Simon Ohm a narodil se 16. března 1789 (zdroj [https://cs.wikipedia.org/wiki/Georg\\_Simon\\_Ohm](https://cs.wikipedia.org/wiki/Georg_Simon_Ohm)). Podle něj se tato souvislost jmenuje **Ohmův zákon**. Víme, že elektrický proud značíme písmenkem **I**, elektrické napětí písmenkem **U** a elektrický odpor písmenkem **R**. Ohmův zákon je vyjádřen na obrázku 5a.6.

$$I = \frac{U}{R}$$

Obrázek 5a.6: Ohmův zákon

Kdo zná zlomky a práci s nimi, tak ví, že z tohoto vztahu vidíme souvislost mezi těmito třemi veličinami. Na levé straně rovnice je elektrický proud **I**. Na pravé straně rovnice je zlomek. To, co je **nad** zlomkovou čarou, pokud se **zvětšuje**, **zvětšuje** se i hodnota strany rovnice. V tomto případě napětí **U**. To jsem vysvětlil na příkladu se sudem. Naopak to, co je **pod** zlomkovou čarou, pokud se **zvětšuje**, tak se strana rovnice **zmenšuje**. Elektrický odpor **R** zmenšuje elektrický proud.

Elektrický proud protékající obvodem se tedy dá podle Ohmova zákona spočítat. Jaký elektrický proud poteče obvodem na obrázku 5a.7?

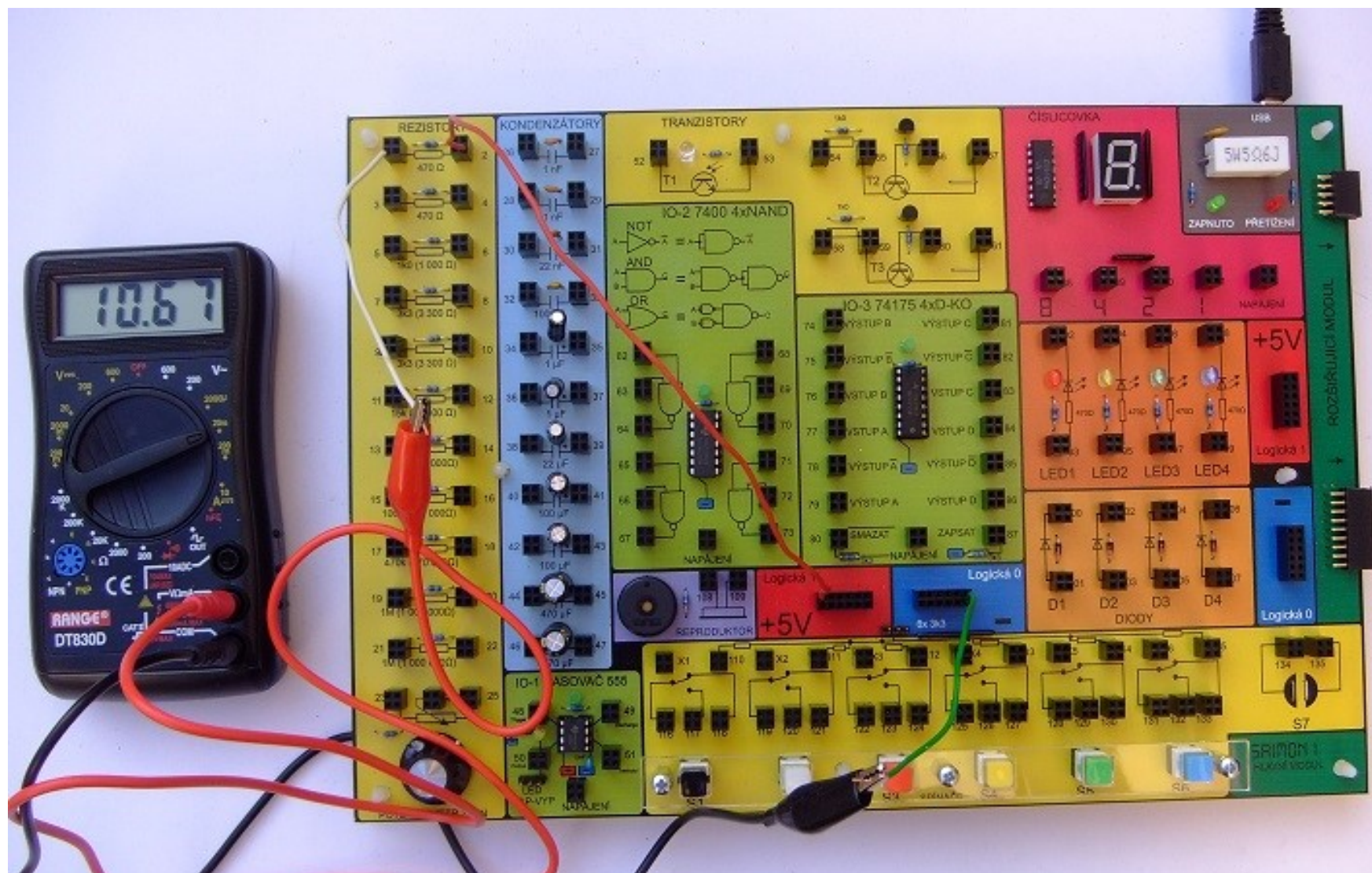


Obrázek 5a.7: Schéma měření elektrického proudu skrz rezistor

Stačí dosadit do rovnice (tedy "vyměnit" písmenka v rovnici za čísla, které známe). K výpočtu můžete použít kalkulačku, ať už na počítači, nebo ruční. Dostaneme:

$$I = \frac{5\text{V}}{470\ \Omega} = 0.01063\ \text{A} = 10.63\ \text{mA}$$

Ověříme, zda je to pravda. Obrázek 5a.8 ukazuje zapojení obvodu podle schéma na obrázku 5a.7.



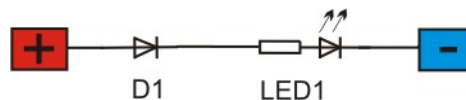
Obrázek 5a.8: Měření elektrického proudu pomocí multimetru na stavebnici

Vidíme, že spočítaná velikost elektrického proudu protékající rezistorem o hodnotě  $470\ \Omega$  při napětí  $5\text{V}$  je  $10.63\text{mA}$ . Naměřená hodnota je  $10.67\text{mA}$ . Je tam malý rozdíl, způsobený chybou voltmetru, hodnotou rezistoru a hodnotou napětí USB nabíječky.

**Pro zvidavé:** Na obrázku 4a.8 jsme měřili, jaký elektrický proud protéká obvodem skrz rezistor  $470\ \Omega$  a ledku. Naměřená hodnota byla  $6.85\text{mA}$ . Nikoliv  $10.67\text{mA}$ , jak jsme naměřili na obrázku 5a.8. Když je odpor stejný a proud jiný, vyplývá z toho, že musí být jiné napětí. Proč je jiné, se dozvíte v následující kapitole, kde jsou popsány diody a LED diody.

## Kapitola 6 - Dioda

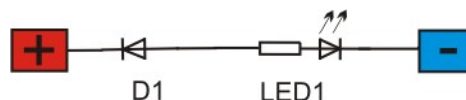
V téhle kapitole si řekneme, co jsou to polovodiče a se seznámíme s první polovodičovou součástkou. nazývá se **dioda**. Zapojíme schéma podle obrázku 6.1.



Obrázek 6.1: Obvod s diodou

**Úloha 11. Zapojení** : plus-101 , 100-93 , 92-mínus. Svítí LED? Pokud ano, je to správně.

Dále zapojte schéma z obrázku 6.2.



Obrázek 6.2: Obvod s diodou

**Úloha 12. Zapojení 12**: plus-100 , 101-93 , 92-mínus.

Pokud jste zapojili úlohu 12 správně, ledka nesvítí. Co tedy vlastně "dělá" dioda? My víme, že součástky, které zatím známe, mají dva vývody (až na přepínač). A také víme, že proud teče od plus k minus. Když součástku zapojíme mezi plus a minus, tak skrz ní poteče elektrický proud. Dioda je první součástka, která se chová jinak.

Na obrázku 6.1 ledka svítí a proud obvodem teče. Na obrázku 6.2 ledka nesvítí. Proud obvodem neteče. Dioda jedním směrem proud pustí a druhým ne. Všimněte si, že schematická značka diody vypadá jako šipka. Ta ukazuje, kterým směrem dioda proud propouští. Šipka vždy musí směřovat v obvodu od plus k minus, aby proud obvodem mohl téci.

Všimněte si, že schematická značka diody a ledky je velmi podobná. Jen značka ledky má navíc dvě malé šipky. Ty říkají, že součástka svítí. Je to proto, že ledka je také dioda. LED je anglická zkratka **L**ight-**E**mitting **D**iode, česky "světlo-vyzařující dioda". Jinak mají obě součástky stejné vlastnosti, totiž že propouští proud pouze jedním směrem. Zkuste zapojit obvod takto:



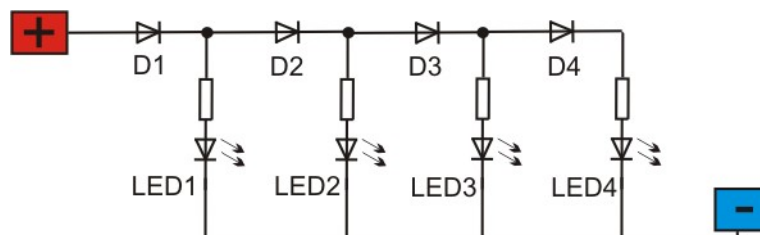
Obrázek 6.3: Obvod s diodou

**Úloha 13. Zapojení:** plus-101 , 100-92 , 93-mínus.

Ledka také nesvítí, i když diodou D1 proud protékat může. Neproteče ale skrz ledku, protože schematická značka (šipka) nevede od plus k minus.

Pokud tedy šipka ukazuje směrem od plus k minus, proud teče a dioda se chová "skoro" jako by mezi plus a minus byl pouze drátek. A co se stane, kdybychom zapojili mezi plus a minus drátek? Dojde k přetížení (ke zkratu), protože proud poteče moc rychle. Aby netekl tak veliký proud, musíme do obvodu s diodou zapojit vždy součástku, která proud omezí. A tu známe, to je rezistor. To je důvod, proč je u každé ledky rezistor 470 Ω. Kdyby tam nebyl, proud bude tak veliký, že by se ledka spálila a přestala svítit.

Dioda ale nedělá jen to, že jedním směrem proud propouští a druhým ne. Představte si, že dioda je něco jako dveře pro elektrický proud. Dveře obvykle můžete otevřít jen jedním směrem, například dovnitř do místnosti. Když máte otevřené dveře a udělá se průvan, tak buď fouká jedním směrem a dveře ještě více otevírá, nebo fouká obráceně a pak dveře zabouchne. Představme si diodu jako dveře pro elektrický proud. K tomu, aby se dveře otevřely, se spotřebuje část elektrického napětí. Stejně jako je to u dveří, které mají automatické zavírání. Tam potřebujete trochu síly, abyste je otevřeli. Zapojte následující obvod:



Obrázek 6.4: Obvod s více diodami

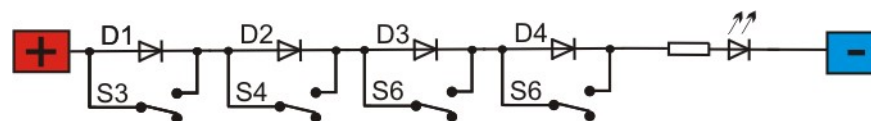
**Úloha 14. Zapojení :** plus-101 , 100-103 , 102-105 , 104-107 , 106-99 , 104-97 , 102-95 , 100-93 , 92-94 , 94-96 , 96-98 , 98-mínus.

**Pro zvědavé:** Ještě chci říct, že spousta lidí si myslí, že ledka je něco jako žárovka, protože obě součástky svítí. A tak se snaží zapojit ledku jako žárovku, bez omezujícího rezistoru. A pak se diví, že se ledka spálí. My už teď víme, že ledka není žárovka, ale v propustném směru v podstatě vytvoří zkrat.

Všimněte si, jak ledky svítí. LED1 svítí nejvíc, LED2 méně, LED3 ještě méně a LED4 skoro vůbec. Proč? Zkuste si "projít" cestu, kterou teče elektrický proud. Uvidíte, že k tomu, aby protekl skrz LED4, musí projít skrz diody D1,D2,D3 a D4. Na každé diodě se napětí trochu zmenší. Zmenší se tedy i proud.

Ještě bych chtěl dodat, že ledka je přeci také dioda a na to, aby skrz ní protekl proud a rozsvítila se, je potřeba ji "otevřít". Na to se spotřebuje také nějaké napětí. Takže i když mezi svorkami 106 a MINUS naměříme nějaké napětí, tak to nemusí stačit na otevření ledky a její rozsvícení. Na otevření diody D1 se spotřebuje přibližně 0,6V. Na otevření LED se spotřebuje přibližně 2V.

Nakonec si zkuste pro zábavu zapojit následující obvod. Sledujte, jak se při mačkání spínačů ledky rozsvěcí.



Obrázek 6.5: Obvod s diodami a spínači

**Úloha 15.Zapojení :** plus-101, 100-103 , 102-105 , 104-107 , 106-99 , 98-mínus , 101-122 , 123-100 , 103-125 , 102-126 , 128-105 , 104-129 , 107-131 , 132-106.

Spínáním spínačů S3 až S6 můžeme každou diodu vyřadit z obvodu (proud poteče raději přes sepnutý spínač, než přes diodu).

Jelikož dioda (stejně tak i ledka) je první součástka, u které není jedno, jak ji zapojíme, tak její "nožičky", neboli vývody, mají název. Abychom věděli, jak ji správně zapojit. Říká se jim **anoda** a **katoda**. Která je která je na obrázku 6.6. Součástek, které mají pojmenované vývody, bude přibývat, tak si je dobře zapamatujte.



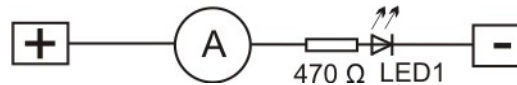
Obrázek 6.6: Vývody diody.

Diody využijeme více ještě v dalších zapojeních.

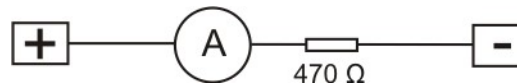
Pro ty, kdo chtějí, jsem připravil ještě jednu dobrovolnou kapitolu s multimetrem, ledkami a diodami.

## Dobrovolná kapitola 6a - Měření napětí v částech obvodu

Vraťme se k obvodům, které byly v kapitole 4a a v kapitole 5a. Abyste je nemuseli hledat, dávám je sem znovu



Obrázek 6a.1: Proud protékající obvodem s rezistorem 470  $\Omega$  a ledkou



Obrázek 6a.2: Proud protékající obvodem s rezistorem 470  $\Omega$

Hodnotu proudu tekoucího obvodem na obrázku 6a.1 jsme naměřili 6.85mA. Hodnotu proudu tekoucího obvodem na obrázku 6a.2 jsme naměřili 10.67mA. Vidíte, že když je v obvodu zapojená ledka, tak je protékající proud menší. Vysvětlíme si proč. Koho to nezajímá, může kapitolu přeskóčit.

Je to proto, že ledka, aby se otevřela, spotřebuje nějaké napětí. Zbytek napětí je na vývodech rezistoru. Připomeneme Ohmův zákon, který nám říká toto:

$$I = \frac{U}{R}$$

Úpravou rovnice získáme  $U = R \cdot I$  (ryzí matematici prosím zavřou oči, nad tím co tu napíšu dále). Pomůcka pro mne na základní škole byla taková, že když mám rovnici, tzn. na levé straně něco (mezi písmenky nebo čísla smí být pouze *krát*, nebo *děleno*), pak mam rovnítko a na pravé straně něco (mezi čím je opět jen *krát* nebo *děleno*), tak mohu písmenka či čísla přesouvat z jedné strany rovnice na druhou. V tomhle případě mám na levé straně písmenko I a na pravé straně U *lomeno* R. Zlomková čára, neboli *lomeno*, znamená *děleno*. Je to jako kdybych napsal  $I = U : R$ . Zásada je, že pokud je na jedné straně rovnice před písmenkem *děleno*, tak pokud ho přesunu na druhou stranu rovnice, musím *děleno* změnit na *krát*. Tedy  $I * R = U$  (hvězdička je *krát*). Rovnici můžu zapsat i čitelněji,  $U = R * I$ .

Jiné pravidlo pro přesun z jedné strany rovnice na druhou říká, že pokud na jedné straně rovnice je písmenko nebo číslo pod zlomkovou čarou, na druhé straně rovnice bude nad zlomkovou čarou. Zde vás ale nechci učit zlomky, rovnice dopadne úplně stejně,  $R * I = U$ .

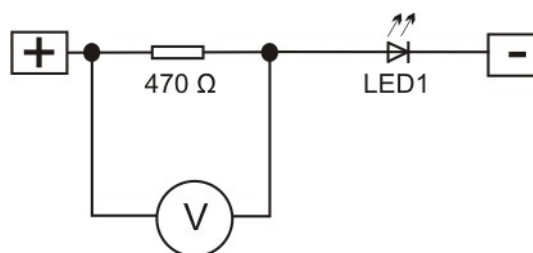
Můžeme spočítat napětí na rezistoru. Pokud víme, jaká je hodnota rezistoru (v tomto případě  $470 \Omega$ ) a jaký proud protéká rezistorem (ten známe také,  $6.85\text{mA}$  a jen připomínám, že proud v takovém to obvodu je ve všech místech stejný, je jedno kam zapojíme ampérmetr), tak můžeme spočítat napětí.

$$U = R * I, \text{ tedy } U = 470 \Omega * 6.85\text{mA} = 470 \Omega * 0.00685\text{A} = 3.22\text{V (přibližně)}$$

Když počítáme, tak odpor, napětí i proud musíme počítat v jejich základních jednotkách. Tedy Ampér, Volt, Ohm. Nelze počítat například s mili-Ampéry a Volty dohromady.

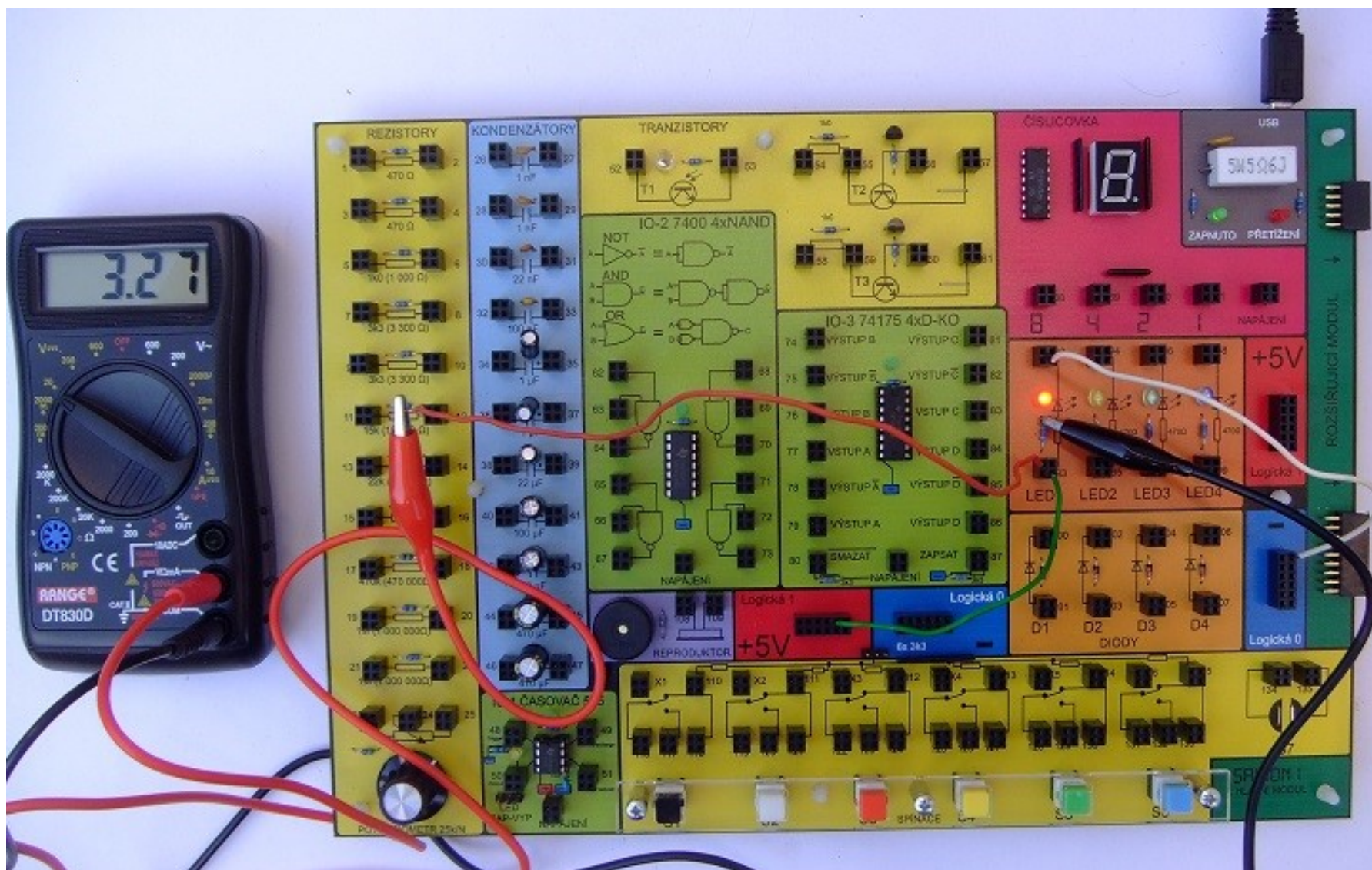
Napětí na rezistoru je tedy  $3.22\text{V}$ . Napětí mezi plus a minus jsem naměřil  $5.15\text{V}$ . Jaké bude napětí na ledce? Stačí odečíst  $5.15\text{V} - 3.22\text{V} = 1.93\text{V}$ . V kapitole 6 jsem psal, že na otevření ledky je potřeba napětí přibližně  $2\text{V}$ . Vidíte, že to platí.

Napětí na rezistoru můžeme změřit a přesvědčit se tak, že jsme počítali správně. Na obrázku 6a.3 je schéma obvodu, kde voltmetrem měříme napětí na vývodech rezistoru u ledky. Zapojení chce to trochu neobvyklý postup, protože mezi ledkami a jejich rezistory bohužel není zdířka (ve většině případů bohudík). Musíme se dotknout hrotem měřáku přímo vývodu rezistoru.



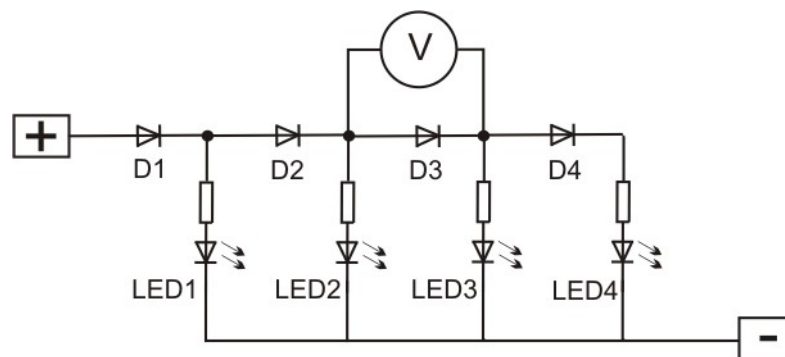
Obrázek 6a3: Měření napětí na vývodech rezistoru

Na obrázku 6a.4 je fotka stavebnice s multimetrem a ukázkou, jak se to dá změřit v praxi.

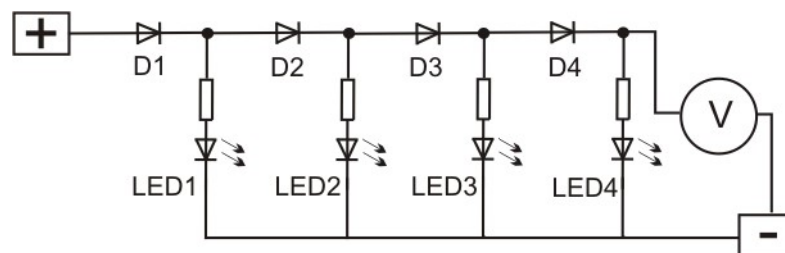


Obrázek 6a.3: Měření napětí na rezistoru v obvodu s ledkou

Na rezistoru měříme napětí 3.27V. To se přibližně rovná spočítanému napětí 3.22V. Kdo chce, může změřit napětí na svorkách (vývodech) diod D1 až D4 podle schématu na obrázku 6a.5. Schéma na obrázku 6a.6 zobrazuje obvod pro změření napětí na ledce a jejím rezistoru. Sice tak nezjistíme napětí přímo jen na ledce (víte, jak to změřit?), ale změříme, že se liší od 5V.



Obrázek 6a.5: Měření napětí na diodě



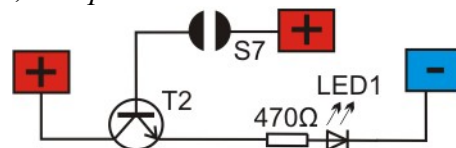
Obrázek 6a.5: Měření napětí na ledce s rezistorem.

Jaké jste naměřili napětí na diodě? A jaké na ledce?

## Kapitola 7 - Tranzistor

V této kapitole vám popíši jednu veledůležitou součástku, bez které by neexistovala skoro žádná elektronika dnešní doby, jako počítače, mobily, televize a tak dále. Ta součástka se jmenuje **tranzistor**. Co dělá takhle součástka bude zase nejlépe pochopitelné z ukázky.

**Úloha 16. Zapojení :** plus-55 , 57-93 , 92-mínus, 56-134, 135-plus.



Obrázek 7.1: Tranzistor-ukázka funkce

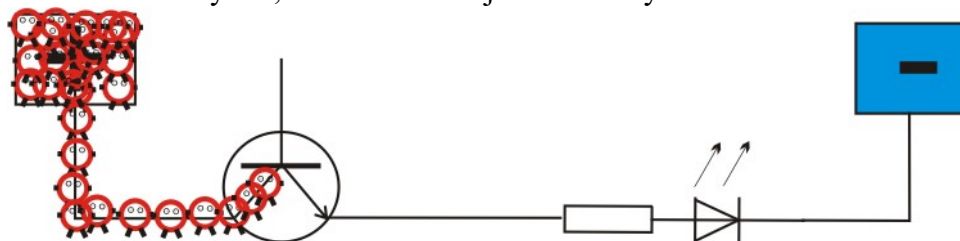
Zapojení na obrázku 7.1 je podobné zapojení na obrázku 4.7. S tím rozdílem, že v obvodu je zapojen tranzistor. Všimněte si, že ledka svítí po doteku spínače S7 mnohem více, než jak svítila v obvodu na obrázku 4.7. Tranzistor funguje podobně jako nám známe "dveře". Jsou to ale dokonalejší dveře. Umí **zesílit elektrický proud**.

Než vám prozradím, jak to dělá, popíšu vývody tranzistoru. Má tři. Stejně jako dioda má každý svůj název. Jsou to **báze**, **kolektor** a **emitor**. Více je na obrázku 7.2.



Obrázek 7.2: Vývody tranzistoru

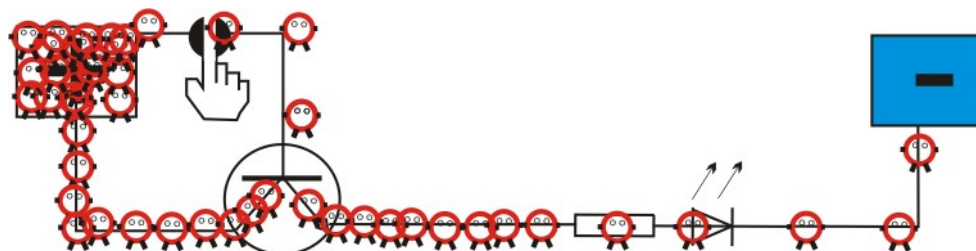
Pro vysvětlení, jak tranzistor zesiluje elektrický proud, zvolím jiné přirovnání, než k tekoucí vodě, protože se ujalo na kroužku více. Představte si, skrz drátky pochodují "trpaslíčci", kteří se nachází v plus a vždycky chtějí jít nejkratší cestou do mínus. Když se nedotýkáme spínače S7, tak trpaslíčci dojdou kam to jde a tam čekají. Čili stojí "za dveřmi". Vývod, ke kterému "dojdou" se nazývá **kolektor**. Je to ta čárka v kolečku šikmo, bez šipky.



Obrázek 7.3: Tranzistor-představa

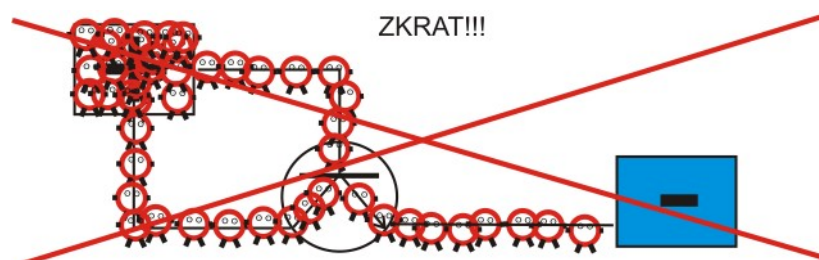
Aby se ledka rozsvítila, je potřeba "dveře otevřít". A to může udělat jedině úplně stejný trpaslíček, ale musí přijít z jiné strany. Dveře, čili tranzistor, se otevírá vývodem, který má schematická značka na obrázku 7.3 nahoře. Má název **báze**.

Víme, že prst, i celé lidské tělo, je rezistor. Skrz prst může téct slabý elektrický proud. Zapojení úlohy 16 je vysvětlené na obrázku 7.4. Skrz prst teče slabý elektrický proud, který otevře tranzistor. Mnohem silnější elektrický proud pak poteče do kolektoru a bude vytékat vývodem, který se nazývá **emitor**. Je to ve schematické značce čárka šikmo se šipkou, která ukazuje kudy teče elektrický proud. Emitorem bude zároveň vytékat i elektrický proud, který vtéká do báze. Tyto proudy jsou vyznačené na obrázku 7.6.



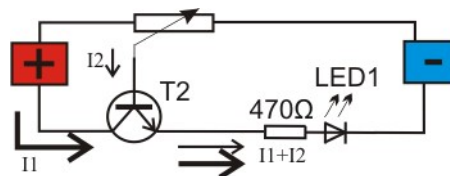
Obrázek 7.4: Lidské tělo jako zdroj proudu

Zesílení tranzistoru si představte tak, že každý "trpaslíček" otevře dveře nejen jednomu, ale třeba padesáti jiným trpaslíčkům. Opět platí to, že proud který teče od plus k minus přes tranzistor, musí být omezen odporem, tentokrát je to zase odpor  $470 \Omega$  u ledky. Kdyby tam nebyl, tak můžeme tranzistor zničit. Na obrázku 7.5 teče do báze neomezený proud. Ten pak poteče jak mezi kolektorem a emitorem, tak i bází a emitorem. Tranzistor se může zničit. ( Na stavebnici ale je zapojená ochrana proti přetížení a tranzistor je dost silný, tak by to měl chvíli vydržet )



Obrázek 7.5: Pozor, zkrat, nezapojovat!!!

Tranzistor tedy zesiluje elektrický proud. My už známe dvě veličiny. **Napětí U** (stejně jako výška vody v sudu) a **proud I** (rychlost, jakou voda ze sudu vytéká hadicí). Zapojte následující schéma. Šípkami a písmeny jsou označeny proudy, které tečou v obvodu.



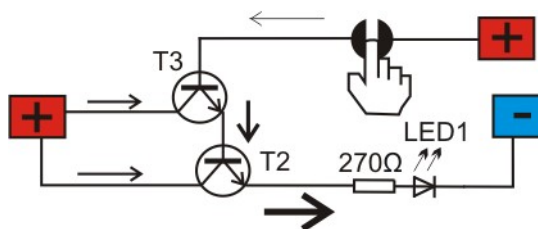
Obrázek 7.6: Tranzistor s potenciometrem

**Úloha 17. Zapojení :** 23-plus, 25-minus, 24-60, 59-plus, 61-93, 92-minus.

Ledka se rozsvěcí podle toho, jak otáčíme jezdcem potenciometru. Kluci na kroužku, když zapojili tohle schéma, tak Kryštofa napadlo změřit, kde je jaké napětí. Zjistil, že na zdiřce 61, tedy na výstupu (emitoru) tranzistoru, není ani stejné, ale dokonce **nižší** napětí, než jaké je na bázi, tedy ve zdiřce 60. Bylo mu divné, že se tranzistor otevírá napětím 2,5 V (voltů), tranzistor má zesilovat, ale napětí na emitoru je jen 2 V? Je to proto, že tranzistor zesiluje pouze **elektrický proud**. Elektrické napětí se při otevření tranzistoru trochu zmenší, stejně jako u diody.

Tahle vlastnost se nám hodí v případě, že proud, kterým chceme něco zapnout (třeba rozsvítit ledku), není tak silný, aby nám požadovanou věc zapnul. Například proud, který teče skrz prst. Z potenciometru také nepoteče moc veliký proud. Pro rozsvícení ledky jistě stačí, ale kdybychom chtěli s jeho pomocí zapnout větší spotřebič, třeba motor nebo žárovku, tak už také nebude stačit. Pak je třeba do obvodu zapojit tranzistor a proud zesílit.

Když je proud, který nám teče do báze, tak slabý, že ani po zesílení tranzistorem nestačí na rozsvícení ledky (nebo zapnutí toho, co chceme zapnout), musíme ho zesílit ještě jednou. Zapojíme dva tranzistory za sebe. Tomu se říká **darlingtonovo zapojení**. Jeho schéma je na obrázku 7.7

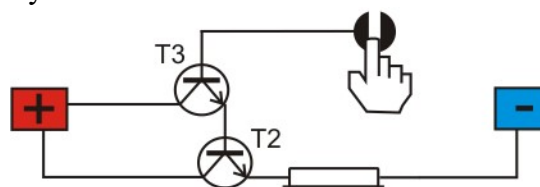


Obrázek 7.7: Darlingtonovo zapojení.

Pomocí proudu zesíleného tranzistorem T3 otevřeme tranzistor T2. A tak proud zesílíme ještě jednou. Zapojte obvod podle úlohy 18. Ledka tentokrát svítí úplně, stačí se ke spínači S7 přiblížit a LED mžourá. Někdy svítí sama po celou dobu. Proč, to bude vysvětleno v kapitole 8.

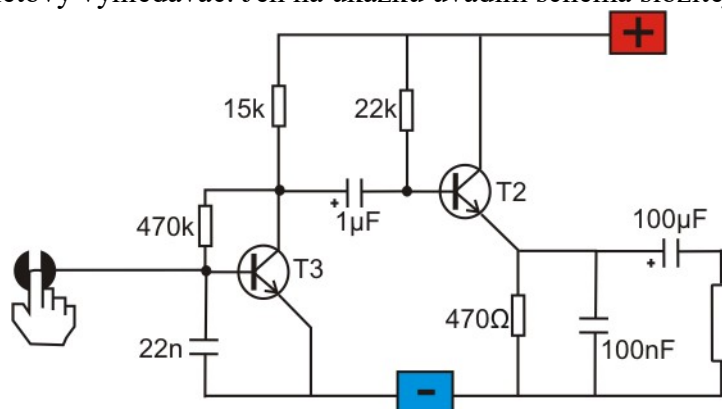
**Úloha 18. Zapojení :** plus-55, 55-59, 61-56, 60-134, 57-93, 92-mínus, 135-plus

Místo ledky můžeme zapojit sluchátko. Místo 57-93 zapojíme 57-108, 109-minus. Je třeba mít stavebnici připojenou na nabíječku, nikoli na baterii. Vrčení, které slyšíme, je proud, který teče z podlahy skrz naše tělo.



Obrázek 7.8: Darlingtonovo zapojení se sluchátkem

Kdybychom do zdířky 58 zapojili výstup třeba z mp3 přehrávače, z mobilu, a pustili na něm hudbu, tak ji uslyšíme. Zesilovač to není nijak kvalitní, ale v téhle stavebnici se nechci zesilovači nijak podrobně zabývat. Stavebnice SAIMON se zabývá hlavně počítači a logickými systémy. Zájemce o zapojení zesilovačů odkazují na internetový vyhledávač. Jen na ukázkou uvádím schéma složitějšího zesilovače.



Obrázek 7.9: Zesilovač

**Úloha 19. Zapojení :** 109-mínus, 108-40, mínus-61, 61-31, 31-1, 33-2, 32-1, 30-17, 33-41, 37-12, 36-14, 12-18, 11-13, 13-plus, 18-59, 60-30, 56-36, 57-2, 55-plus, 60-134

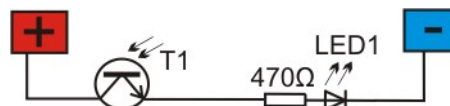
Pokud tohle zapojíte, tak se vám asi bude zdát, že to dělá to samé. A je to tak. Zesiluje to. Na signále z ruky to moc nepoznáme, kdybychom na vstup do zdířky 17 zapojili mp3 přehrávač a pustili hudbu, bude to hrát také asi hodně podobně. Museli bychom použít kvalitnější reproduktor a lepší tranzistory, aby byl rozdíl lépe vidět. Jako vstup můžeme použít i mikrofon, což je vlastně úplně stejné sluchátko, zesilovač zesílí to, co do mikrofonu říkáme a můžeme si udělat telefon. Ale jak říkám, tady se budeme věnovat hlavně počítačům.

Další zajímavou, velmi podobnou součástkou, je **fototranzistor**. Někdy se mu říká fotodioda, má totiž jen dva vývody. Jeho schematická značka je na obrázku 7.10.



Obrázek 7.10: Schematická značka fototranzistoru

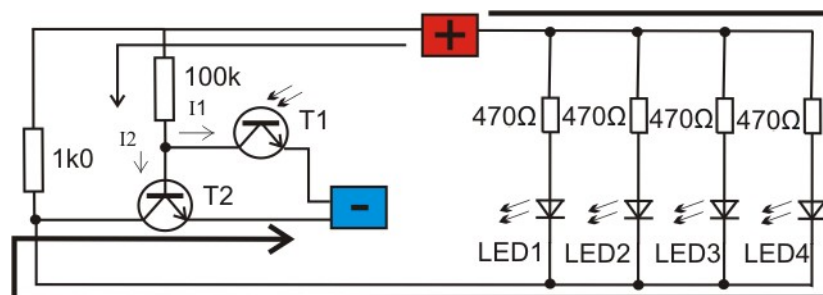
Když se dobře podíváte, uvidíte, že tranzistor nemá vývod z báze. Místo něho tam jsou podobné šipky, jako u ledky. Akorát šipky míří na opačnou stranu, tedy dovnitř. Viděli jste někdy kalkulačku, která není na baterky, ale místo nich má solární článek? Kalkulačka funguje na světle proto, že světlo se dá měnit na elektrinu. Toho využívá fototranzistor, který se neotevívá pomocí proudu do báze, ale pomocí světla, které se v něm přemění na proud do báze. S takovou součástkou můžeme zapojit obvod, který nám zhasne ledku, fototranzistor zakryjeme prstem. Schéma obvodu je na obrázku 7.11.



Obrázek 7.11: Obvod s fototranzistorem.

*Úloha 20. Zapojení : 52-plus, 53-93, 92-mínus.*

Užitečnější zapojení je na obrázku 7.12. Ledky se rozsvítí, když zhasneme. Takto funguje nouzové osvětlení.



Obrázek 7.12: Nouzové osvětlení

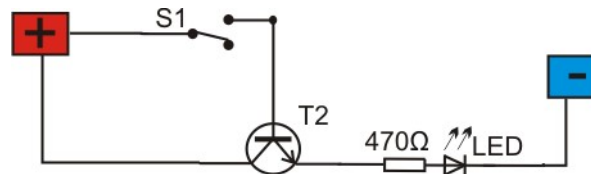
**Úloha 21. Zapojení :** 52-56, 53-57, 93-plus, 16-plus, 55-92, 15-52, 54-plus, 57-mínus, 92-94, 94-96, 96- 98, 93-95, 95-97, 97-99

Když budeme postupně zakrývat prstem fototranzistor, tak se LED budou rozsvěcet postupně. Je to tím, že fototranzistor se postupně zavírá a přestává propouštět elektrický proud  $I_1$  z báze tranzistoru T2 do mínus. Tím se postupně zvyšuje proud  $I_2$  do báze tranzistoru T2 a ten se otevírá. Když se otevře, tak může téct obvodem proud od plus, přes ledky a přes kolektor tranzistoru T2 do mínus (vyznačeno tlustou čarou). Můžeme zapojit červenou svorku voltmetru na kolektor tranzistoru T2 (zdířka 55), černou svorku voltmetru na mínus a sledovat změnu napětí. Každá ledka potřebuje jiné napětí, aby se otevřela a začala propouštět elektrický proud, takže se budou rozsvěcet postupně.

**Pro zvidavé:** Tranzistor někde uvnitř opravdu vypadá jako dioda. Dokonce jsou tam dvě diody, velmi blízko sebe. Oni trpaslíci, kteří se nachází v drátech, jsou tam skutečně. Říká se jim elektrony. Tečou skrz drátky dosti pomalu, jejich rychlost je asi 1 milimetr za sekundu. Nečekají na jednom místě, aby se mohli dát do pohybu, ale jsou všude v drátcích a součástkách. Když začne téci elektrický proud, tak elektrony pouze dostanou informaci, že se mají dát do pohybu. Informace o pohybu se šíří obvodem velmi rychle, jako padající dominové kostky. Proto se po stisknutí spínače ledka rozsvítí velice rychle. Jak teče elektrický proud a elektrony vysvětlím až na konci návodu ke stovebnici, jak jsem slíbil. A znovu upozorňuji, že to může být trochu matoucí.

## Kapitola 8 - Tranzistor jako spínač

Protože se dále chceme věnovat hlavně funkci počítačů, bude pro nás nejdůležitější umět použít tranzistor jako spínač. Podívejte se prosím, znovu na obrázek 7.11. Ledka se rozsvítí, když se tranzistor otevře, čili po dopadu světla. Když místo fototranzistoru dáme do obvodu tranzistor, zapojíme spínač mezi plus a bází tranzistoru, tak se ledka rozsvítí po stisku spínače. Schéma obvodu je na obrázku 8.1

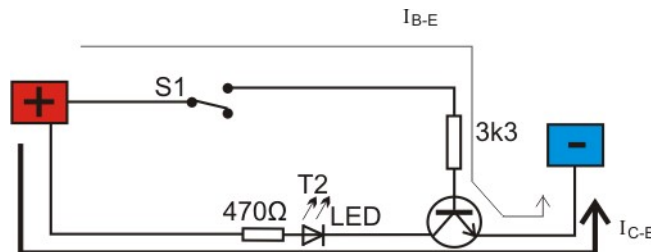


Obrázek 8.1: Tranzistor se spínačem

**Úloha 22. Zapojení :** plus-116, 117-56, plus-55, 57-93, 92-mínus.

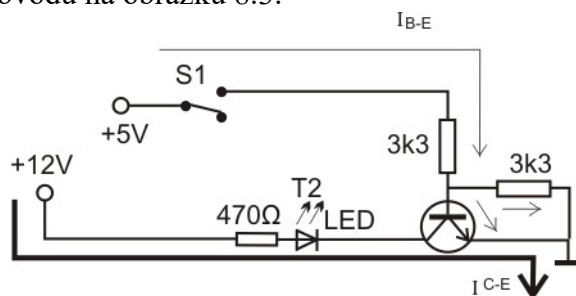
Po stisknutí spínače S1 se ledka rozsvítí, protože proud, který poteče do báze tranzistoru, nám ho otevře. Toto je funkce **tranzistoru jako spínače**. Samozřejmě umíme rozsvítit ledku i bez tranzistoru, pouze spínačem. Jaká je tedy výhoda použít jako spínač tranzistor? Důvodů je více. Například proud, kterým ovládáme sepnutí tranzistoru, nám stačí malý. Jako proud z prstu, nebo světla ve fototranzistoru. Co nás ale bude později zajímat nejvíce, je proud z výstupů **integrovaných obvodů a počítačových rozhraní**.

Lepší zapojení tranzistoru jako spínače je na obrázku 8.2. Všimněte si, kde je v obvodu ledka s rezistorem.



Obrázek 8.2: Tranzistor jako spínač

Ledku s rezistorem, neboli obecně **zátěž**, je lepší zapojit mezi plus a kolektor. Pomocí tranzistoru pak spojujeme zátěž se zemí. **Zem** je správné označení mínusu. Mezi bází a plus však musíme dát rezistor, který omezí proud  $I_{B-E}$  mezi bází a emitorem, jinak by se tranzistor opět spálil (vám se to opět nestane díky ochraně stavebnice). Tranzistor, který je na stavebnici, zesiluje proud přibližně stokrát. Aby se tranzistor otevřel úplně, hodnota rezistoru před bází stačí zhruba stokrát větší, než je hodnota rezistoru zátěže. Takové zapojení je výhodné ve chvíli, kdy je napětí na bázi menší než napětí na zátěži. Jak je to myšlené vysvětluje schéma obvodu na obrázku 8.3.

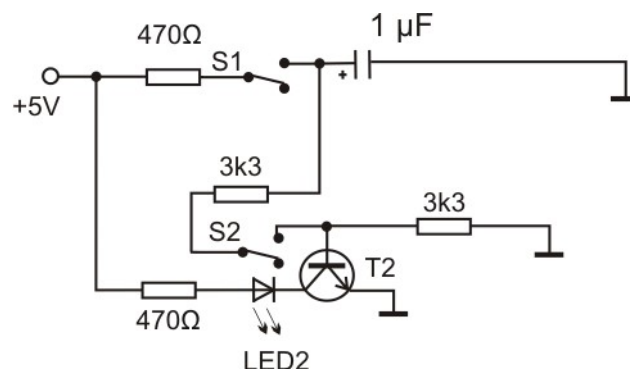


Obrázek 8.3: Tranzistor jako spínač - finální zapojení

V obvodu přibyl ještě jeden rezistor 3k3. Když je totiž spínač rozepnutý, báze není spojena s ničím. Říkáme, že je "ve vzduchu". Druhý rezistor 3k3 bázi spojuje se zemí a tím zaručuje zavření tranzistoru. Všimněte si zde také jiného značení plus a mínus. Takové značení je více obvyklé a najdete ho ve většině schémat na internetu. Od této chvíle proto budeme používat toto značení.

**Pro zvidavé:** Kdo by se chtěl dozvědět o výpočtech rezistorů více a umět to přesně, podívejte se na článek na adrese <http://robodoupe.cz/2012/tranzistor-jako-spinac/>

V jedné hodině se mě myslím Teodor ptal, k čemu se dá použít kondenzátor. Kondenzátor uchová elektrický náboj. To znamená, že ho můžeme nabíjet a vybíjet. Z kondenzátoru sice poteče jen krátce, než se vybije, ale čím menší proud poteče, tím poteče delší dobu. Když ho nebudeme vybíjet přímo do ledky s rezistorem, ale do báze tranzistoru, malý elektrický proud se zesílí a ledka bude svítit mnohem déle. V obvodu na obrázku 8.4 spínačem S1 nabijeme kondenzátor a spínačem S2 pak kondenzátor vybijeme do báze tranzistoru. Kondenzátor je dobré nabíjet přes rezistor (třeba 470  $\Omega$ ), aby nabíjecí proud byl opět omezený a nezpůsobil krátkodobé přetížení USB nabíječky (Jak bylo zmíněno v kapitole 5). Kondenzátor vybíjíme přes rezistor 3k3 do báze tranzistoru. Báze je spojena se zemí přes druhý rezistor 3k3, aby při rozpojení spínače S2 nebyla "ve vzduchu".

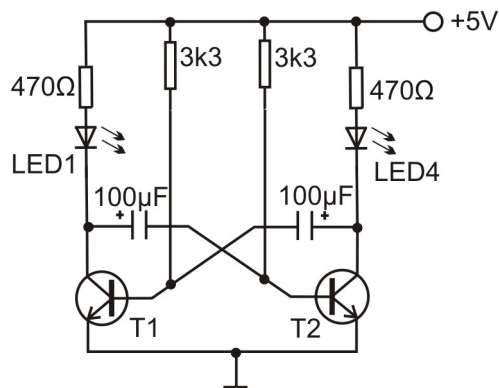


Obrázek 8.4: Tranzistor spínaný proudem z kondenzátoru.

**Úloha 23. Zapojení :** plus-1 , 2-116 , plus-95 , 119-10 , 9-117 , 9-35 , 34-mínus , 94-59 , 61-mínus , 60-8 , 7-mínus , 8-120 .

Když místo S2 použijeme S3 a necháme ho sepnutý, tak pomocí S1 rozsvítíme a ledku bude chvíli svítit. To se dá použít například když budeme chtít zapojit osvětlení na schodišti. Rozsvítíme vypínačem a světlo po chvíli samo zhasne. Zkuste vyměnit kondenzátor za větší (pozor na správné zapojení plus a mínus). Tohle zapojení funguje lépe, než zapojení v kapitole 5. Protože ledka svítí mnohem delší dobu a nemusíme pak chodbou "letět", abychom stihli projít, než se zhasne.

Díky tomu, že se kondenzátory umí nabíjet a vybíjet, a tranzistory umí spínat, můžeme zapojit **tranzistorový blikáč**.



Obrázek 8.5: Tranzistorový blikáč

**Úloha 24. Zapojení :** plus-9, 9-7, 8-60, 10-56, 40-56, 42-60, 41-94, 43-92, 55-92, 94-59, 61-minus, 57-61, 93-95, 95-plus.

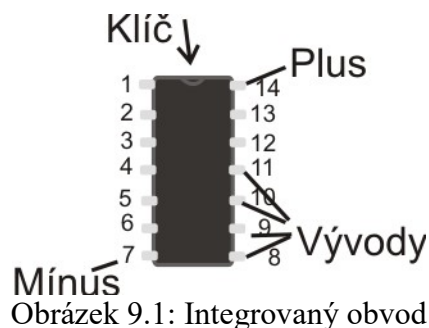
LED1 a LED2 by měly střídavě blikat. Zkuste vyměnit kondenzátory za menší nebo větší, co se stane. Blikání bude rychlejší nebo pomalejší. Stejně to bude, když budeme měnit rezistory (raději nedávejte menší než 3k3, spíše větší). Když zapojíme kondenzátory 1µF nebo menší, tak se vám bude zdát, že obě ledky svítí stále. Přitom stále blikají, jen už je to pro naše oči moc rychlé.

Když nestačí oči, použijeme uši. Zapojte ještě drátek 54-108, 109-minus. Zapojíte tím do obvodu reproduktor (sluchátko). Měňte opět kondenzátory a pozorujte, tedy spíše poslouvejte, co se děje. Sledujte také, jak se změní blikání, když nepoužijeme stejné kondenzátory, ale jeden bude například 100µF a druhý bude 22µF.

Blikače pro nás budou dále hodně důležité. Navíc není nad to, když přímo vidíme, nebo slyšíme, co náš obvod dělá a jak krásně barevně bliká. Proto si tady uvedeme několik dalších blikačů. K jejich zapojení už použijeme zmíněné **integrované obvody**.

## Kapitola 9 - Integrované obvody

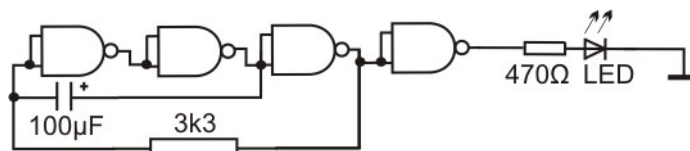
**Integrovaný obvod** (budeme psát jen zkratku IO) je elektronická součástka, která má složitější funkci. Uvnitř je mnoho malých součástek, většinou tranzistorů, rezistorů a kondenzátorů. Integrovaný obvod na stavebnici vypadá nějak takto.



Je to součástka s mnoha vývody. Číslování se tak, jak vidíme na obrázku 9.1, kde je pohled na IO shora. První vývod vlevo nahoře má číslo 1. Poslední vývod je vpravo nahoře. Jelikož IO vypadá vzhůru nohama úplně stejně a pak babo rad', který vývod je vlastně první, má integrovaný obvod nahoře takový zářez, kterému se říká klíč. Když položíme IO klíčem nahoru, je číslování vývodů přesně jako na obrázku 9.1. Vývod vlevo dole je většinou zem, tedy připojuje se na mínus, vývod vpravo nahoře je napájení, tedy připojuje se na plus. Na stavebnici je levý spodní vývod automaticky připojen na mínus z důvodu ochrany před špatným zapojením, pravý horní vývod je vyveden na zdíčku NAPÁJENÍ.

IO jsou na stavebnici k nalezení celkem čtyři. Podívejte se a hledejte. Je tam časovač 555 (8 vývodů), 7400 (14 vývodů), 74175 (16 vývodů) a poslední IO je u číslicovky.

Další blikáč zapojíme pomocí IO 7400. Protože pro některé spoje se hodí kratší drátky a pro jiné delší, budu nadále v zapojení uvádět, jak dlouhé mají být. Začínat budeme vždy s nejkratšími, pak s delšími.



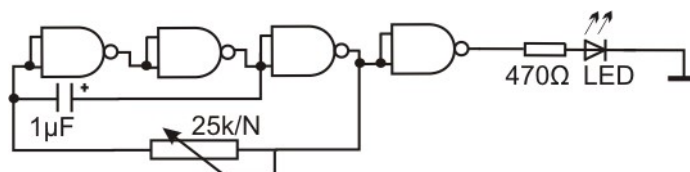
Obrázek 9.2: Blikáč s IO 7400

**Úloha 25.zapojení :** *Krátké drátky : 62-63, 64-65, 65-66, 68-69, 70-71, 71-72, plus-NAPÁJENÍ, 67-68, 62-41, 40-68*  
*Dlouhé drátky 7-70, 62-8, 73-93, 92-mínus.*

Ledka bliká. Vyměňte kondenzátor za jiný a pozorujte, jak se blikání mění. Když zvětšíme kondenzátor, bude blikání rychlejší, nebo pomalejší? A co když zvětšíme rezistor?

Samozřejmě najdeme kombinaci rezistoru a kondenzátoru takovou, že LED bude blikat tak rychle, že už nebude vidět, že bliká, ale bude se zdát, že svítí. Tady opět přijde ke slovu naše ucho. Když vývod 73 připojíme na vývod sluchátka 108 a vývod 109 na mínus, tak bude slyšet bzučení. Sluchátko má v sobě membránu, která se pohybuje sem tam přesně takovou rychlostí, jak rychle bliká LED. Membrána rozkmitá vzduch a naše ucho je schopné tyto kmity slyšet. Čím rychlejší kmitání membrány, tím vyšší tón. Ale i ucho má svá omezení, od určité výšky tónu už neuslyšíme nic.

Jelikož výška tónu závisí na hodnotách kondenzátoru a rezistoru, pojdme zkusit zapojit místo rezistoru potenciometr.

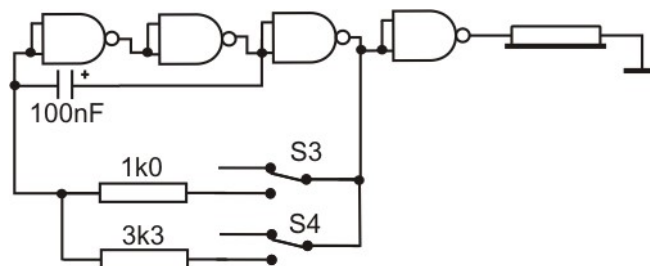


Obrázek 9.3. Blikač s potenciometrem

**Úloha 26.zapojení :** *Krátké drátky: 62-63, 64-65, 65-66, 68-69, 70-71, 71-72, plus-NAPÁJENÍ, 25-24 , 67-68, 62-41 ;  
Dlouhé drátky : 40-68, 25-70, 62-23, 73-93, 92-mínus.*

Potenciometrem můžeme měnit výšku tónu. Opět můžeme změnit kondenzátor.

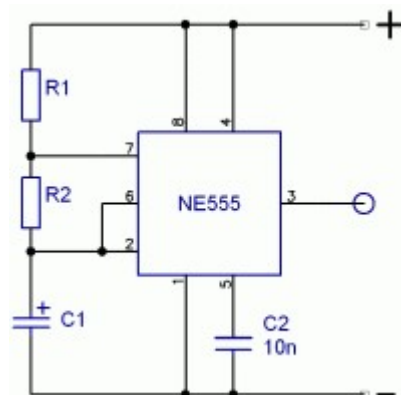
Poslední obvod s tímto IO, který bude dělat zvuk, je na obrázku 9.4. Pomocí spínačů zapojujeme nebo odpojujeme rezistory a tím měníme velikost proudu, který jimi může protéct. Když totiž zapojíme dva rezistory paralelně k sobě, jejich odpor se zmenší.



Obrázek 9.4. Blikač se spínači

**Úloha 27.zapojení:** *Krátké drátky: 62-63, 64-65, 65-66, 68-69, 70-71, 71-72, plus-NAPÁJENÍ, 122-125, 5-9, 67-68, 62-33, 109-minus, 32-68, 73-108*  
*Dlouhé drátky : 71-122, 62-5 , 6-123, 10-126*

Poslední a pro nás nejdůležitější blikač je obvod s časovačem 555. Je nejpřesnější ze všech uvedených blikačů. Pro bzučení nebo blikání ledek je nám na přesnosti moc nezáleží. Pro složitější zapojení s IO 74175 v druhém díle návodu, kde se budeme věnovat logickým systémům, už je přesnost důležitá. Základní schéma zapojení IO 555 je na obrázku 9.5. Zobrazuje schéma pro **astabilní** zapojení IO 555. Co znamená astabilní? Zjednodušeně řečeno, když na výstup IO (vývod č.3) připojíme ledku, tak bude blikat. Na výstupu IO 555 se pravidelně střídá zapnuto a vypnuto.

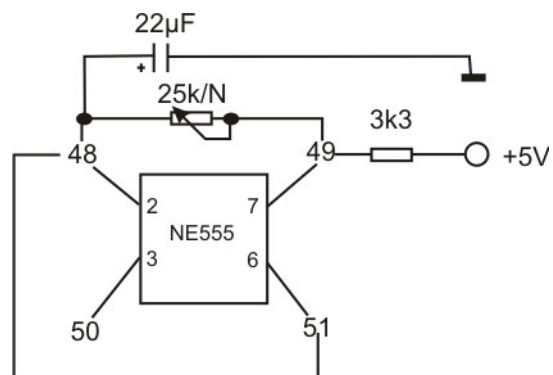


Obrázek 9.5: Schéma zapojení IO555

Na obrázku 9.5 je schéma stažené z internetu. Čtvereček, ve kterém je napsáno NE555, je schematická značka pro integrovaný obvod. Čísla kolem čtverečku jsou vývody z IO, nikoliv čísla zdírek na stavebnici. NE555 se dá zapojit na spoustu způsobů, my ale ve stavebnici budeme převážně používat jen dva. Proto jsou některé nožičky natrvalo připojené na plus nebo minus, kondenzátor 10n je tam zapojen natrvalo také. My budeme zapojovat jen rezistory R1, R2 a kondenzátor C1, které nám budou určovat, jak rychle to bude blikat.

Na stavebnici je výstup z IO 555 (vývod 3) na zdířce 50. Vývod 2 (Trigger) je na zdířce 48, vývod 6 (Threshold) je na zdířce 51 a vývod 7 (Discharge) je na zdířce 49. Pro naše využití nám stačí pouze tyto čtyři. Na výstup (vývod 3) si volitelně můžeme zapojit ledku přímo u časovače, stačí dát propojku do pozice ZAP. Schéma astabilní obvodu s IO 555 na stavebnici je zobrazené na obrázku 9.6.

**Pro zvidavé:** Na stavebnici jsou některé vývody již zapojeny, pro jednodušší práci s našimi úlohami. Vývody 8 a 4 jsou spojené na zdířku NAPÁJENÍ, vývod 1 je přiveden na minus a vývod 5 je přes kondenzátor 10nF přiveden také na minus. Ale je možné, že najdete na internetu obvod s IO555 a kvůli těmto úpravám nepůjde na stavebnici zapojit. Díky nim je ale práce se schématy v návodu jednodušší a rychlejší.



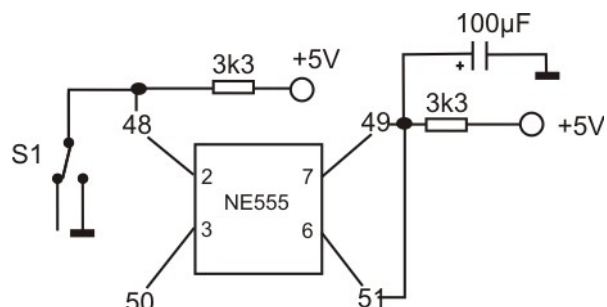
Obrázek 9.6: Blikač s 555 (astabilní obvod)

**Úloha 28.zapojení** : minus-38, 39-48, 48-51, 48-25, 24-23, 24-49, 49-7, 8-plus.

Když dáme propojku u ledky do polohy ZAP a zapojíme napájení pro časovač 555, tak bude ledka blikat. Potenciometrem můžeme měnit rychlost blikání.

Změňte kondenzátor za menší a ledka bude blikat rychleji. Můžeme si pak ze zdířky 50 natáhnout drátek k LED1, tedy do zdířky 93, 92-mínus a bude blikat i LED1. Když vyměníme kondenzátor za menší, třeba 100nF, tak se dostáváme mimo možnosti našich očí. Opět přijdou na řadu uši. Zdířku 50 můžeme propojit se zdířkou 108, 109-mínus a uslyšíme zvuk.

Druhý způsob zapojení nebudeme používat moc často, ale použijeme ho také. Je to **monostabilní** zapojení. Schéma Monostabilní znamená, že po zmáčknutí spínače se ledka rozsvítí na chvíli a pak zhasne. Zhasnutá zůstane, dokud opět nezmáčkneme spínač. To umíme zapojit také pomocí tranzistoru a kondenzátoru. Tohle je ale lepší zapojení. Ledka totiž svítí stejně jasně po celou dobu a pak náhle zhasne. Narozdíl od zapojení s kondenzátorem, kde pomalu zhasíná.



Obrázek 9.7: Monostabilní obvod.

**Úloha 29.zapojení** : 111-51, 110-48, 49-51, 49-43, 42-mínus, plus-NAPÁJENÍ, 48-116, 117-mínus. Propojka rezistorů nad tlačítky umístěná na plus.

Pro pokročilé přikládám ještě tabulku různých rezistorů a kondenzátorů, které můžeme do obvodu zapojit a bude to různě rychle blikat. Stručný návod - vyberte kondenzátor C1 podle požadovaného rozsahu frekvence a pak si vyberte rezistor R2. Rezistor R1 zvolte asi 10krát menší. Pokud potřebujete zapojit potenciometr, zapojte ho místo R2.

C1	R2 = 10k R1 = 1k	R2 = 100k R1 = 10k	R2 = 1M R1 = 100k
1nF	68kHz	6,8kHz	680Hz
10nF	6,8kHz	680Hz	68Hz
100nF	680Hz	68Hz	6,8Hz
1uF	68Hz	6,8Hz	0,68Hz
10uF	6,8Hz	0,68Hz (41x za minutu)	0,068Hz (4x za minutu)

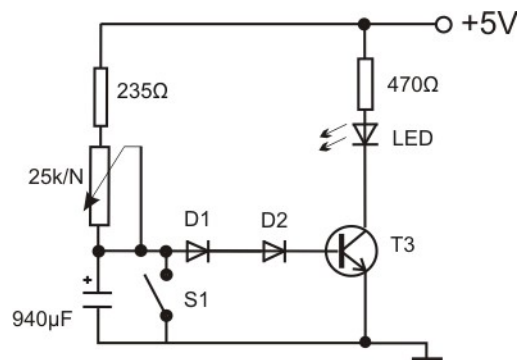
Více je na stránce, která byla funkční v době psaní návodu  
<http://pandatron.cz/?490&555 a 556 - zakladni zapojeni>

Tato první část návodu dává představu o základních elektronických součástkách a jejich funkci. Samozřejmě je obrovské množství obvodů, které s jejich pomocí můžeme zapojit. Doporučuji zkusit hledat na internetu schémata a zkusit je zapojit na stavebnici. Pokud nenajdete součástku se stejnou hodnotou, můžete použít podobnou hodnotu, nebo si hodnotu složit. Jak se to dělá, vysvětlím v následující kapitole.

## Dobrovolná kapitola 10 - Sériové a paralelní zapojení rezistorů a kondenzátorů.

V této kapitole budou velmi podstatné jen dvě věci. Kdo se nechce moc zabývat výpočty, stačí když si tyto dvě věci zapamatuje a může pokračovat dál. Případně se sem vracet a podívat se na vzorečky, jak se skládání součástek počítá.

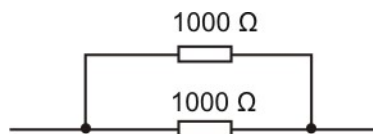
Na internetu jsem našel schéma, které je na obrázku 10.1. Přiznám se, že jsem hodnoty součástek upravil, aby se nám to podařilo spočítat přesně.



Obrázek 10.1: Obvod s hodnotami součástek, které nejsou nastavebníci

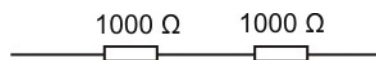
Vidíte, že některé hodnoty součástek na stavebnici nejsou. Musíme si nějak pomoci, abychom mohli obvod zapojit. Spojení rezistorů jsem vám již ukazoval v kapitole 4, na obrázku 4.4. Teď vám vysvětlím, jak se spočítá výsledná hodnota odporu obvodu, který jsme zapojili.

**První** ze dvou věcí k **zapamatování** je na obrázku 10.2. Je to **paralelní zapojení dvou rezistorů se stejnou hodnotou**. Pokud mají oba rezistory stejnou hodnotu, v tomto případě  $1000\ \Omega$ , tak **výsledná hodnota odporu bude polovina**, tedy  $500\ \Omega$ . V kapitole 4 jsem to vysvětloval tak, že obvodem poteče součet proudů tekoucích skrz oba rezistory, čili dvojnásobně veliký proud. A to znamená poloviční odpor.



Obrázek 10.2: Paralelní zapojení dvou rezistorů se stejnou hodnotou

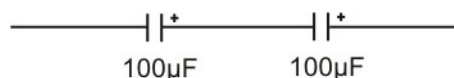
Kdybychom je zapojili za sebou, tedy sériově, jak je na obrázku 10.2, tak bude hodnota dvojnásobná, protože se odpory sečtou. To je celkem logické a už jsme to viděli dříve v kapitole 4.



Obrázek 10.3: Sériové zapojení rezistorů

Rezistor s hodnotou 235 Ω získáme tak, že zapojíme paralelně dva rezistory s hodnotou 470 Ω.

**Druhá** věc k zapamatování je, že **kondenzátory to mají přesně obráceně** než rezistory. **Paralelní** zapojení kondenzátorů už jsme si ukazovali v kapitole 5. Kapacita se sčítá. Stejně jako odpor **sériově** zapojených rezistorů. Co ale nevíme, že pokud kondenzátory zapojíme sériově, jejich kapacita se zmenšuje. Kapacita dvou stejných kondenzátorů na obrázku 10.4 zapojených **sériově**, je také přesně **polovina**, tedy 50 μF.



Obrázek 10.4: Paralelní zapojení dvou kondenzátorů se stejnou hodnotou

Tímto končí to důležité.

Kdo by chtěl vědět, jak se počítají hodnoty rezistorů a kondenzátorů různých hodnot, spojených paralelně nebo sériově, uvádím zde vzorečky.

Pro sériové zapojení rezistorů R1 a R2 platí: Výsledný odpor  $R = R1 + R2$ . Můžeme jich samozřejmě takto spojit a sčítat více.

Pro paralelní zapojení kondenzátorů C1 a C2 platí: Výsledná kapacita  $C = C1 + C2$ . Opět jich můžeme zapojit a sčítat více.

Ted' přijde to těžší. Pro paralelní zapojení rezistorů R1 a R2 s různou hodnotou platí vzoreček pro výsledný odpor R

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} \text{ jinak napsáno: } R = \frac{R1 * R2}{R1 + R2}$$

Zkuste si ověřit, že pro stejné hodnoty R1 a R2 vychází polovina.

Pro paralelní zapojení kondenzátorů C1 a C2 s různou kapacitou platí vzoreček pro výslednou kapacitu C

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C1} + \frac{1}{C2} \text{ jinak napsáno: } C = \frac{C1 * C2}{C1 + C2}$$

## Obsah

Kapitola 1 - Jdeme na to! .....	2
Kapitola 2 - Jak to vlastně funguje .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
Kapitola 3 - Schéma elektrického obvodu .....	7
Kapitola 4 - Rezistory a elektrický proud .....	10
Dobrovolná kapitola 4.a - Měření multimetrem .....	15
<i>Podkapitola 4a.1 - Měření elektrického proudu</i> .....	17
<i>Podkapitola 4a.2 - Měření elektrického odporu</i> .....	24
Kapitola 5 - Kondenzátory a elektrické napětí .....	28
Dobrovolná kapitola 5a - měření elektrického napětí a Ohmův zákon .....	32
Kapitola 6 - Dioda .....	38
Dobrovolná kapitola 6a - Měření napětí v částech obvodu .....	41
Kapitola 7-Tranzistor .....	45
Kapitola 8 - Tranzistor jako spínač .....	51
Kapitola 9 - Integrované obvody .....	55
Dobrovolná kapitola 10 - Sériové a paralelní zapojení rezistorů a kondenzátorů. ....	62
Slovník .....	65

## Slovník

(přidržením ctrl + klik myší na tučná slovíčka se v návodu přesunete na místo jeho prvního popisu)

<b>led dioda, ledka:</b>	Elektrická součástka, skrz kterou teče elektrický proud pouze jedním směrem. Vydává světlo. Na stavebnici jsou ledky různých barev. Součástka má dva vývody, anodu a katodu.
<b>spínač, tlačítko, vypínač:</b>	Elektrická součástka, která přeruší, nebo sepne elektrický obvod. Proud pak obvodem nemůže téci, nebo může. Má dva vývody. Přepínač má vývody tři.
<b>rezistor:</b>	Elektrická součástka, která má v obvodu vlastnost, které říkáme elektrický odpor. "Brzdí" elektrický proud.
<b>elektrický obvod:</b>	Tak říkáme spojení elektrických součástek pomocí drátků.
<b>elektrický proud:</b>	Je to <i>fyzikální veličina</i> . Představte si ho jako cosi (je to elektrický náboj), co teče skrz drátky a elektrické součástky. Elektrický proud v drátcích teče tak podobně jako voda v potrubí.
<b>elektrický odpor:</b>	Vlastnost součástky, fyzikální veličina, která nám říká, jaký odpor klade součástka elektrickému proudu.
<b>se schéma elektrického obvodu:</b>	Obrázek elektrického obvodu, kde jsou pomocí schematických značek nakresleny elektrické součástky a drátky.
<b>ampér:</b>	Jednotka elektrického proudu. Značí se <b>A</b> . Je to pro nás hodnota, jak je elektrický proud veliký. $1000\text{mA} = 1\text{A}$ .
<b>potenciometr:</b>	Otočný rezistor s proměnnou hodnotou odporu. Když otáčíme kloboučkem potenciometru, měníme odpor mezi jeho prostředním vývodem a jakýmkoliv krajním vývodem. Oba krajní vývody mají vždy odpor mezi sebou pevný. Pohyblivému prostřednímu vývodu říkáme jezdec.
<b>zkrat:</b>	Zkrat neboli krátké spojení pro nás znamená elektrický obvod, který přímo spojuje plus a minus. Způsobí přetížení, protože obvodem teče veliký elektrický proud.

<b>měřicí přístroj zvaný <b>multimetr</b>:</b>	Lidově zvaný měřák. Je to měřicí přístroj pro měření odporu, elektrického proudu, elektrického napětí, diod. Existují i měřáky na měření tranzistorů, kondenzátorů, teploty a jiných veličin.
<b>ampérmetr:</b>	Měřicí přístroj pro měření velikosti elektrického proudu. Multimetr lze přepnout středovým kolečkem na tuto funkci.
<b>ohmmetr:</b>	Měřicí přístroj pro měření hodnoty elektrického odporu. Multimetr lze přepnout středovým kolečkem na tuto funkci.
<b>kondenzátor:</b>	Elektrická součástka, která má vlastnost "nabít se" elektrickým nábojem. Představte si ji jako malou baterku, co se dokáže rychle nabít a zase vybit. Kolik náboje dokáže kondenzátor udržet nám říká jeho kapacita.
<b>kapacita kondenzátoru:</b>	Veličina, která nám říká, kolik elektrického náboje je schopen kondenzátor uchovat.
<b>elektrické napětí:</b>	Je to fyzikální veličina. Přirovnáváme ji k výšce hladiny vody v sudu. Mínus je pro nás dno sudu a plus je hladina. Pokud do sudu uděláme díru, poteče ven proud, který bude větší, pokud je výška hladiny větší. To samé platí pro elektrinu. Pokud je větší napětí, poteče stejným obvodem větší elektrický proud.
<b>voltmetr:</b>	Měřicí přístroj pro měření elektrického napětí. Multimetr lze přepnout středovým kolečkem na tuto funkci.
<b>Ohmův zákon:</b>	Vztah mezi elektrickým proudem, elektrickým napětím a elektrickým odporem. Říká nám, že když zvětšíme elektrické napětí, poteče obvodem větší elektrický proud. Pokud zvětšíme elektrický odpor obvodu, elektrický proud se zmenší. Jeho zápis je například $U = R \cdot I$ .
<b>dioda:</b>	Polovodičová součástka. Její vývody se nazývají <b>anoda</b> a <b>katoda</b> . Její vlastností je propouštět elektrický proud pouze jedním směrem. Schematická značka má tvar šipky, který ukazuje směr toku proudu. Šipka směřuje od anody ke katodě.
<b>tranzistor:</b>	Polovodičová součástka se třemi vývody. Nazývají se <b>báze</b> , <b>kolektor</b> a <b>emitor</b> . Její vlastností je zesilovat elektrický proud. Jedna z dalších funkcí je spínač.
<b>darlingtonovo zapojení:</b>	Zapojení dvou tranzistorů pro větší zesílení elektrického proudu.
<b>fototranzistor, fotodioda:</b>	Polovodičová součástka podobná tranzistoru. Nemá bázi. K otevírání tranzistoru slouží světelný paprsek.

**Integrovaný obvod, IO:** Elektronická součástka s mnoha vývody, uvnitř které je elektrický obvod

**tolerance:** Povolená nepřesnost při výrobě elektrických součástek.

**Chyba měření:** Nepřesnost při měření, způsobená hlavně chybou měřicího přístroje

**Uzel:** Místo v obvodu, kde se spojují tři, nebo více vodičů

olerancí součástek.