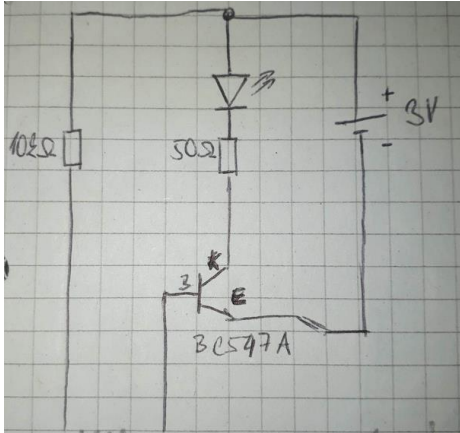


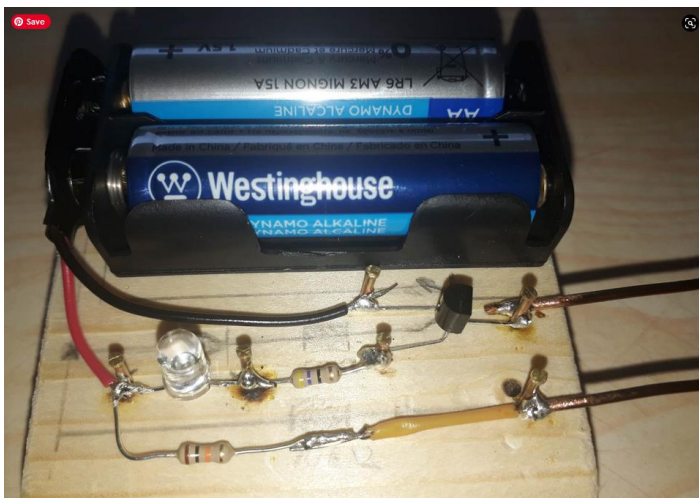
Vlhkoměr a měřič náboje, aneb dva obvody s tranzistorem

Přijela jsem s představou jednoho malého projektu, který jsem si vybrala z „nabídky“. Projekt měl návod v němčině a měl původně sloužit jako zajímavý školní projekt. Byla to má první zkušenost se stavěním obvodu a velice jsem ocenila ochotu a pomoc od ostatních.



Obrázek 1: Schéma obvodu vlhkoměru

Obvod se skládá z ledky (použila jsem modrou, protože začne svítit při vyšším napětí, než v návodu doporučovaná zelená), ochranných rezistorů, zdroje a tranzistoru. Když se oba konce obvodu dotýkají něčeho vodivého, uzavře se smyčka báze a emitoru a následně běží zesílený proud i smyčkou kolektor – emitor a rozsvítí se ledka. Intenzita záření ledky je úměrná vodivosti povrchu.



Obrázek 2: Můj první na dřívko napájený obvod, vlhkoměr (tedy měřič vodivosti)

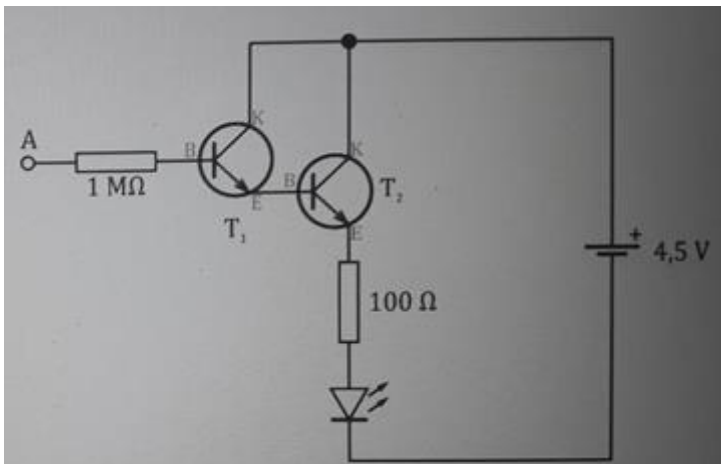


Obrázek 3: První zkouška vlhkoměru

Obvod je využitelný „v praxi“ pro kontrolu vlhkosti hlíny v květináči, ale pro větší praktičnosti by bylo vhodné snížit citlivost.

Při konstrukci a rozmyšlení tohoto obvodu mne zaujaly tranzistory, a protože zbývalo netriviální množství času na bádání, pustila jsem se do druhého projektu.

Druhým projektem se stal měřič náboje, na který jsem dostala tip opět od Petra.

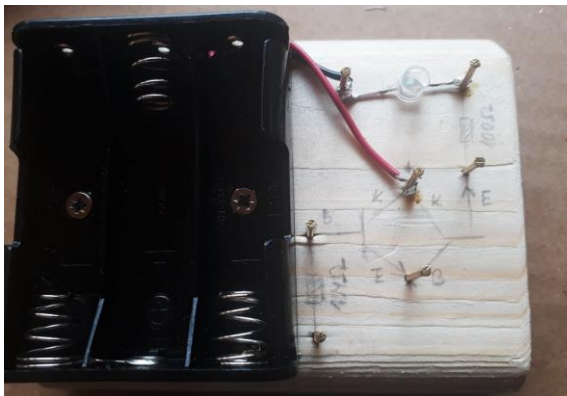


Obrázek 4: Schéma obvodu (ofoceno z obrazovky)

Přijde mi důležité do shrnutí projektu umístit fotky mého sešitu (obrázek 5A, 5B, 5C, umístěny za zdroji), kam jsem zapisovala poznatky tak nějak autentičtěji, než jsou sepsány zde. Toto poznámkování mne těšilo na celém bádání snad nejvíce.

Hlavní částí obvodu je tranzistorový (Darlingtonův) zesilovač, ledka (zelená), dále pak ochranné rezistory (1 M Ω chrání zesilovač, 100 Ω chrání ledku) a zdroj.

Měření náboje probíhá tak, že bod A (viz obrázek 4) přiblížíme a oddálíme od měřeného předmětu / či oblasti s nábojem. V případě, že byl náboj na předmětu kladný, při přiblížení se elektrony v obvodu přitáhnou k bodu A a ledka se rozsvítí. Pro záporný náboj se ledka rozsvítí při oddálení bodu A od náboje. Hlavním principem měřidla je tedy „popohánění“ elektronů polem měřeného náboje.



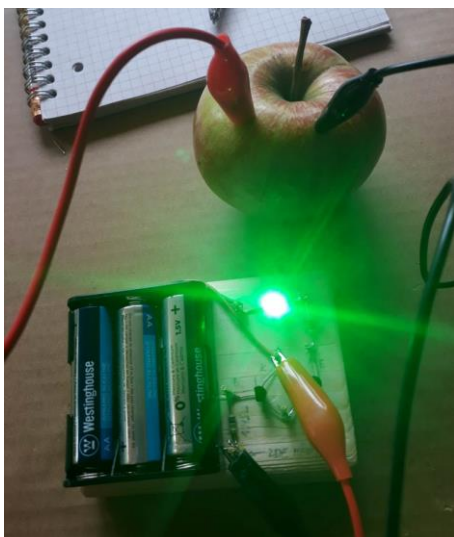
Obrázek 6: Průběh konstrukce obvodu



Obrázek 7: Hotový obvod pro měření náboje

Začala jsem zkoumat jednotlivé části obvodu, neboť se kvůli všudypřítomné vlhkosti obvod choval podivně. Zkoušela jsem tedy propojovat jednotlivé části obvodu:

- Propojení bodu A a zdroje „odemkne“ bázi, ledka svítí na maximum (přesněji, funguje jako měřič vodivosti s vysokou citlivostí, pro změnu citlivosti by bylo třeba vyměnit rezistor s odporem 100 Ω)
- Propojení bodu A a hřebíčku mezi emitorem prvního tranzistoru a bází druhého tranzistoru „obejde“ první tranzistor a jeho báze tak zůstane zavřená



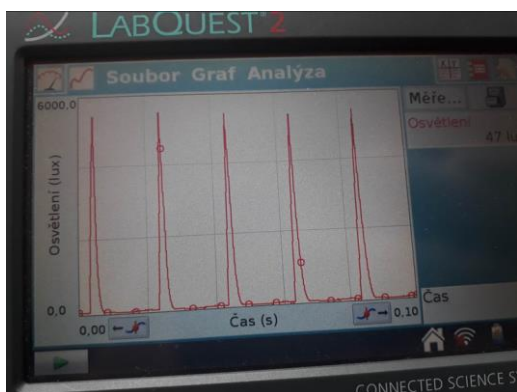
Obrázek 8: Obvod pro měření náboje použitý jako měřič vodivosti

Zajímavým fenoménem, na který jsem narazila, bylo měření elektrického pole kolem vodičů se střídavým proudem. Při připojení vodiče (či při dotyku) k bodu A začala ledka svítit. Při zopakování mimo badatelnu se ale jev neopakoval. Za přispění ostatních bádajících byl objeven vliv pole okolo vodičů se střídavým proudem (nyní již i bez vodiče či ruky jako antény).



Obrázek 9: Svítící ledka při přiblížení bodu A k nabíječce od notebooku.

Pro ověření, že se opravdu jedná o vliv pole střídavého proudu „ze zásuvky“ bylo využito přístroje LabQuest s fotodiodou, který ukázal, že ledka nesvítí souvisle, ale bliká s frekvencí 50 Hz, což je frekvence proudu v zásuvce.



Obrázek 10: Fotka výsledku měření na přístroji LabQuest

Při zkoumání nečekaného chování obvodu (zapříčiněnému hlavně všudypřítomnou vlhkostí), jsem se začela do dvou článků (viz zdroje) a krom nápadu s měřením vodivosti pomocí části tohoto obvodu jsem narazila na moc pěkný pokus prezentovatelný i ve škole žákům.

Na pokus potřebujeme: obvod pro měření náboje, hrnec (či jinou kovovou nádobu sloužící jako anténa), brčko či pravítko, stříkačku s vodou

- 1) Naši improvizovanou anténu připojíme k bodu A a ukážeme, že voda ve stříkačce je nevodivá.
- 2) Nabijeme brčko a pohybem k a od antény ukážeme, jaký má brčko náboj. (Pro pokus potřebujeme brčko nabitý záporně.)
- 3) Nabité brčko držíme v jedné poloze, nad něj umístíme stříkačku s vodou a kapeme kapky do hrnce. Kapky mají kladný náboj a tak ledka při přiblížení kapky k hrnci blikne.
- 4) Odstraníme brčko a ukážeme, že voda zbylá ve stříkačce má záporný náboj.

Fotodokumentace k tomuto pokusu kvůli nedostatku rukou nevznikla.

Nakonec jsem zkoumala, jaká je citlivost zkonstruovaného přístroje. Dle [2] je náš tranzistorový zesilovač schopen zesílit proud zhruba 250000krát. Minimální proud pro zelenou ledku je zhruba 0,01 mA. Minimální proud, který je třeba, aby ledka blikla, je tedy 0,04 nA.

Pokusila jsem se ještě kvalitativně určit, jaký je přibližně minimální náboj měřeného objektu (měřeno bylo na brčku). Natočila jsem (opět za spolupráce dalších badatelů) ucuknutí brčkem od bodu A. Odečetla jsem čas ze snímků a zjistila, že pohyb měřeného náboje trvá 0,15 s. Minimální náboj na takovém brčku pro zaznamenání naším měřičem tedy musí mít velikost alespoň 6 pC. To je relativně malá hodnota, protože například náboj na nabitém brčku se pohybuje v nižších desítkách nC (různé zdroje se zde liší v hodnotách, ale řádově vše odpovídá). Díky tomu můžeme říci, že je svou citlivostí obvod vhodný pro ukazování náboje na „obyčejných“ předmětech (a nemusel by nutně zklamat při předvedení před žáky).

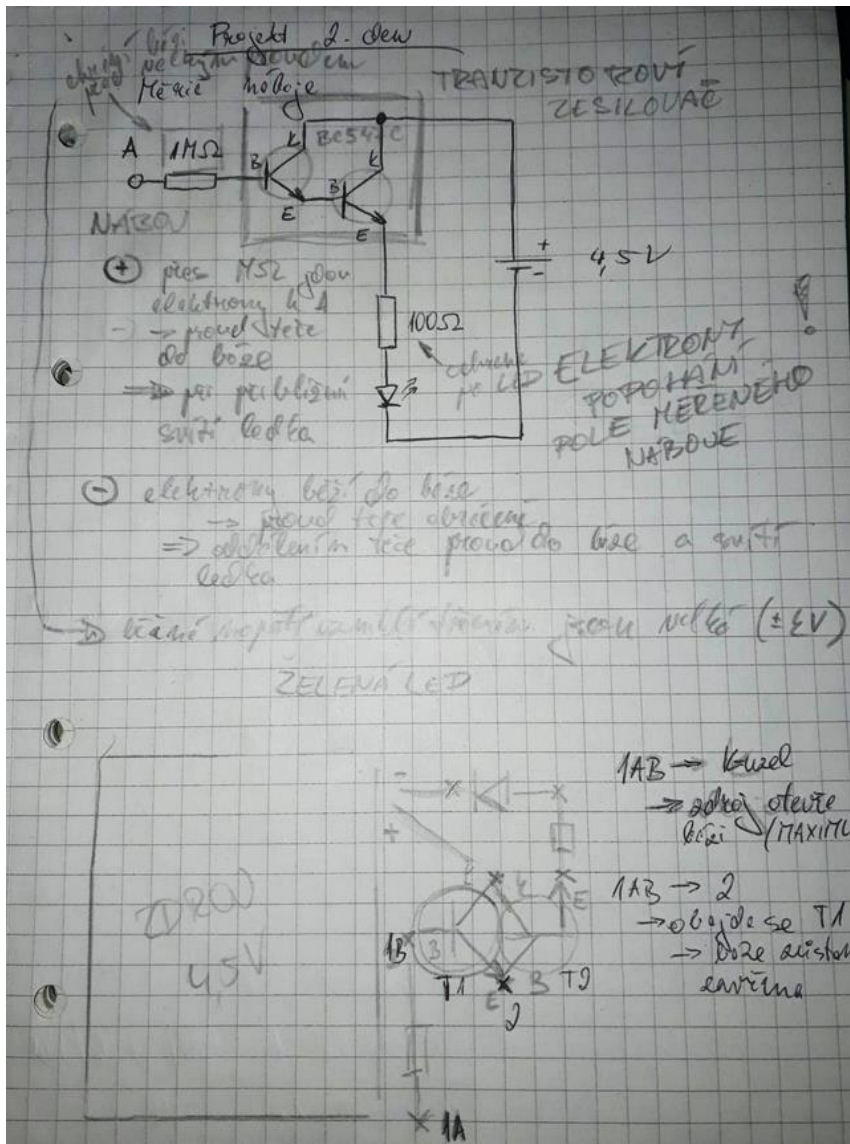
Zdroje:

[1] - Leoš Dvořák, Physics Education, 47 434

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0031-9120/47/4/434>

[2] - Leoš Dvořák a Gorazd Planinšič, 2012, Physics Education, 47 721,

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0031-9120/47/6/721>

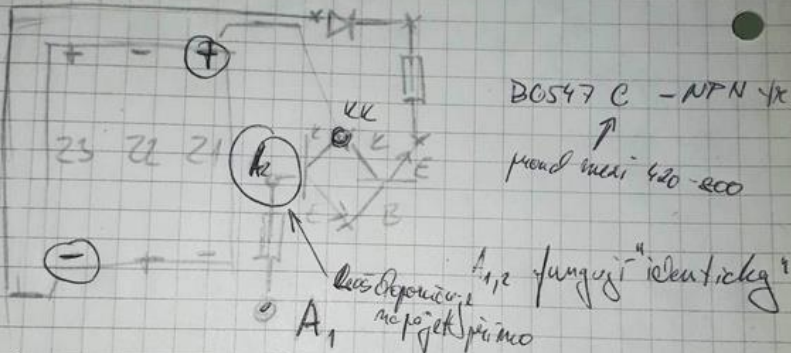


Obrázek 5A: Zápisky k druhému projektu, stránka 1

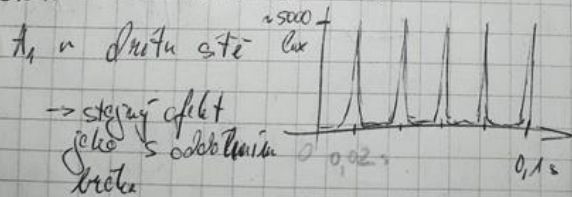
Problém:

připojením vodiče na 1AB, když je přístroj na stole
 a bude se měnit intenzita světla geometrie
 vodiče
 → jsou kondensátor?

→ může to to produkovat napětí
 "antén" z toho pole a produkovat
 → u křivky tedy
 no dříve o neustálém proudu



$A_1 \oplus$ → maximum
 KKA → maximum } stejný odměrný kódi



Průběh má být suchý a měrný!

ipscience.iop.org/article/10.1088/0031-9120/47/6/721

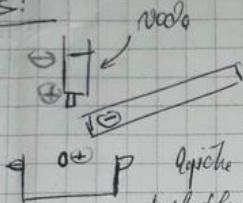
DEW: Leoš Dvořák Physics Education, sbírky 47 434

Obrázek 5B: Zápisky k druhému projektu, stránka 2

- Poslati jako méně vodivost: $\oplus A$
 → změnou kódy na jiný odpor
 by se měnila citlivost

HRNEC JAKO ANTÉNA

Polus:



rychle blíže při přiblížení
 + rychlostí voda je rozptýlena

the Leander
 J. J. Thomson

Citlivost

Proud $I_A \rightarrow$ zesílení transformace $250000 \times$

zestřeje přibližně $\approx 0,01 \text{ mA}$

$$x \cdot 250000 = \frac{0,01}{1000} \rightarrow \frac{0,01}{250000000} = 0,04 \text{ nA}$$

MIN VSTUPNÍ PŘEOD $\approx 0,04 \text{ nA}$

$$I = \frac{Q}{t} \quad Q = It$$

$$t = 0,15 \text{ s}$$

$Q_{min} \approx 6 \text{ pC} \rightarrow$ průměrný velikost bítka $\approx 30 \text{ nC}$

Obrázek 5C: Zápisky k druhému projektu, stránka 3