

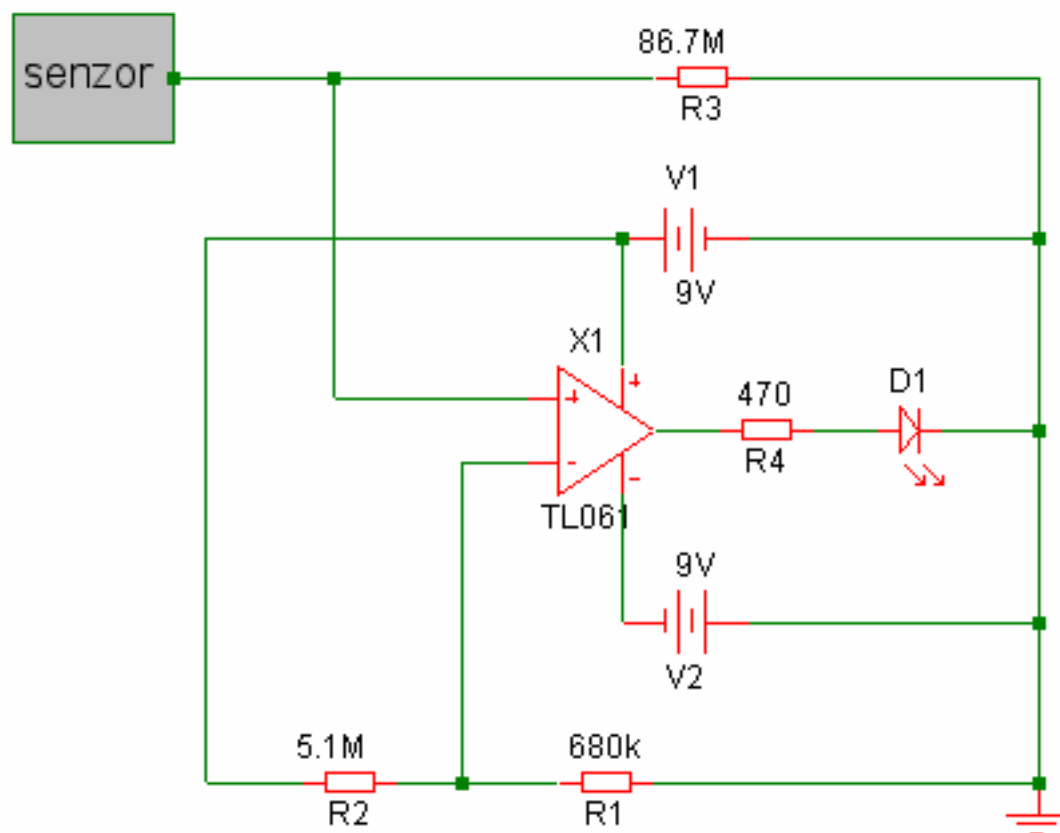
## Vyhľadávač živých drôtov v stene

### Úvod:

Zariadenia malo slúžiť na vyhľadávanie živých (t.j. pod napätím, ale nie nutne s pripojenou záťažou) vodičov pod omietkou, ktoré môžu byť nebezpečné napr. pri vŕtaní alebo zatĺkaní klinev.

Ako prvotná informácia mi slúžilo meranie napätia medzi mnou a hliníkovou doštičkou rozmerov zhruba 10×10cm pomocou profesionálneho voltmetra s vnútorným odporom 40 MΩ, kde som nameral striedavé napätie (v labákovvej miestnosti) ~50 mV ďaleko od vodičov a viac ako 200 mV v blízkosti vodičov.

Tak som zostavil obvod s jedným analógovo-digitálnym prevodníkom realizovaným pomocou komparátora – konkrétna realizácia pomocou operačného zosilňovača, vid' schéma. Konkrétna prevedenie a hodnoty jednotlivých odporov som optimalizoval spôsobom pokus-omyl. Najlepšie výsledky som dosiahol s týmto zapojením:



**Popis funkcionality:** napájanie operačného zosilňovača je +/- 9 V, aby pracoval dobre aj v blízkosti 0 V. Výstup komparátora je privedený na LED diódu, ktorá svieti vtedy, keď je na výstupe kladné operačného zosilňovača kladné napätie (a aspoň 2 V). To je vtedy, keď je napätie na +vstupe väčšie ako na -vstupe zosilňovača. Pritom na -vstupe je napätie  $\frac{R_1}{R_1 + R_2} V_1 \approx 1,06 V$ , odpory  $R_1, R_2$  slúžia ako delič napätia. Čiže ak sa na senzore naindukuje napätie vyššie, tak LED-ka 50x za sekundu blikne (čiže svieti).

Pritom náboj môže na senzor (platničku) pritecť cez veľký odpor  $R_3$ , na ktorom sa to merané napätie naindukuje. Cez väčší odpor  $R_3$  tečie menší prúd – čo sa prejaví na rýchlosti nabíjania senzorickej platničky ako aj na rýchlosti jej nežiadaneho vybíjania počas maxima nabitia.<sup>1</sup> Ako zem slúži experimentátor samotný, ktorý je vodivo spojený s nulou – takto zabezpečujeme okrem iného aj to, že meriame rozdiel indukovaného napätia na senzore a napätia na nás.

Pre praktické účely by istotne mal byť odpor  $R_1$  nastaviteľný potenciometer, ktorým by sa zariadenie kalibrovalo.

### **Praktické skúsenosti:**

Ako senzory som použil okrem hliníkovej doštičky aj plechovú doštičku podobných rozmerov (feromagnetická), zmotaný kábel dĺžky niekoľkých metrov, či zmuchlaný alobal (zhruba 2×2×2cm). Výsledky boli podobné, citlivosť sa menila tak do 3x, najlepšie z toho vyšla hliníková doštička.<sup>2</sup> Výhoda zmotaného káblu bola tá, že bol izolovaný a teda ani pri priložení k stene nebol vodivo spojený s jej povrchom a zároveň sa nemohol nabiť trením – pri doštičkách som sa dotyku senzoru so stenou snažil vyhnúť a pomáhali mi v tom štipce.

Rôzne steny reagovali rôzne. Kým na niektorých sa dali veľmi dobre vystopovať jednotlivé vodiče<sup>3</sup>, tak na iných senzor prakticky na celej stene (rovnako) zapínal LEDku. Pôvodne som si myslel, že ide o to, či je stena tehlová alebo pórobetónová, no tento môj dohad sa nepreukázal.<sup>4</sup>

### **Polia v domácnosti:**

Odmeral som vzdialenosti od rôznych zariadení v domácnosti, v ktorej začala LEDka svietiť pri daných parametroch ako sú zaznačené v schéme s alobalovou sondou.

|  |  |
|--|--|
| - izolovaný vodič bez záťaže               | nový: 5 cm<br>starý: 15 cm                                     |
| - trafo (PC-reprák, modem, externý disk)   | 5 až 20 cm   |
| - rádiobudík                               | 3cm  |
| - kovové predmety (kľučka, naberačka, ...) | dotyk až 1 cm  |
| - elektrická rúra                          | 1 cm od varnej doske (zapnutá rúra)                            |
| - teplotný senzor kúrenia                  | 10 cm  |
| - zapnutá šetriaca žiarivka BRILUM 11W     | 1 m (kvalitnejšie žiarivky hoci aj vyšších výkonov mali menej) |
| - klasická žiarovka 60 W                   | 50 cm  |
| - stena s vodičom                          | 1 až 10 cm podľa toho, ktorá stena ☺                           |

---

<sup>1</sup> Keby sme zmerali kapacitu senzoru a očakávané amplitúdu napätia na senzore, tak by sme mohli optimalizovať veľkosť odporu  $R_3$  aj šikovnejšie ako skusmo.

<sup>2</sup> Avšak alobalová sonda mala značne menšie rozmery.

<sup>3</sup> Máme nafotené steny s vodičmi pred omietnutím.

<sup>4</sup> Fotky odhalili, že expemplárna stena, na ktorej zariadenie fungovalo excelentne bola rovnako z pórobetónu ako aj stena, na ktorej zariadenie spínalo LEDku pri priblížení sa na 10 cm nezávisle od vybratého miesta.

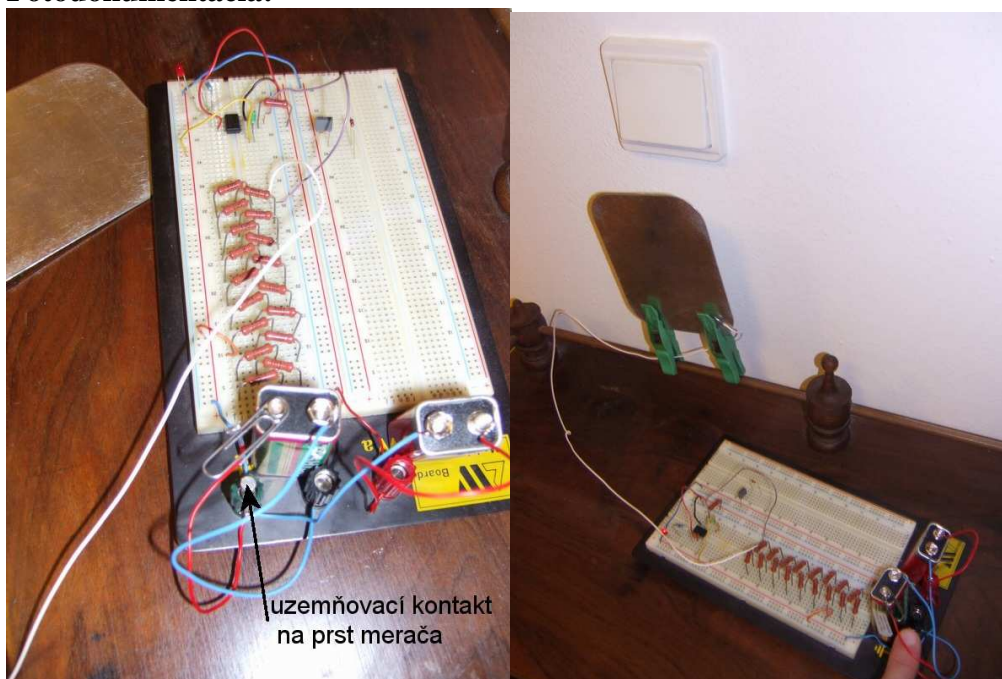
### Možné vylepšenia:

Okrem spomínaného potenciometra v napäťovom deliči sa dá samozrejme uvažovať o analógovo-digitálnom prevodníku s viacerými bit-mi. To sú však už iba záležitosti komfortu používania. Skutočne dôležité je vyhnúť sa problémom pri prepínaní stavu operačného zosilňovača – totiž pri zmene stavu komparátora (t.j. zosilňovača) tečie doň istý prúd, čo pri našom veľmi mäkkom zdroji napätia (senzor) môže tento nadmerne zaťažovať (pri frekvencii 50 Hz). Preto by bolo zrejme vhodné vložiť medzi senzor a +vstup diódu, ktorá by prepúšťala iba kladnú polvlnu, za ňu zaradiť maličký kondenzátor  $C$  a paralelne s ním relatívne veľký odpor  $R$ ; aby sa vybil zhruba za sekundu, čiže  $RC \approx 1$  s. Toto by eliminovalo zbytočne časté spínanie komparátora a znížilo nárok na tvrdosť zdroja napätia zo senzora. Kvôli otváraciemu napätiu na dióde môžeme detekovať iba indukované napätie vyššie ako 0,6 V a o toľko treba znížiť porovnávaciu úroveň napätia na -vstupe. Samotnú realizáciu som neurobil, lebo som nemal k dispozícii vhodne malý kondenzátor (skúšal som 1 nF, ale nevedlo to k rozumnému správaniu).

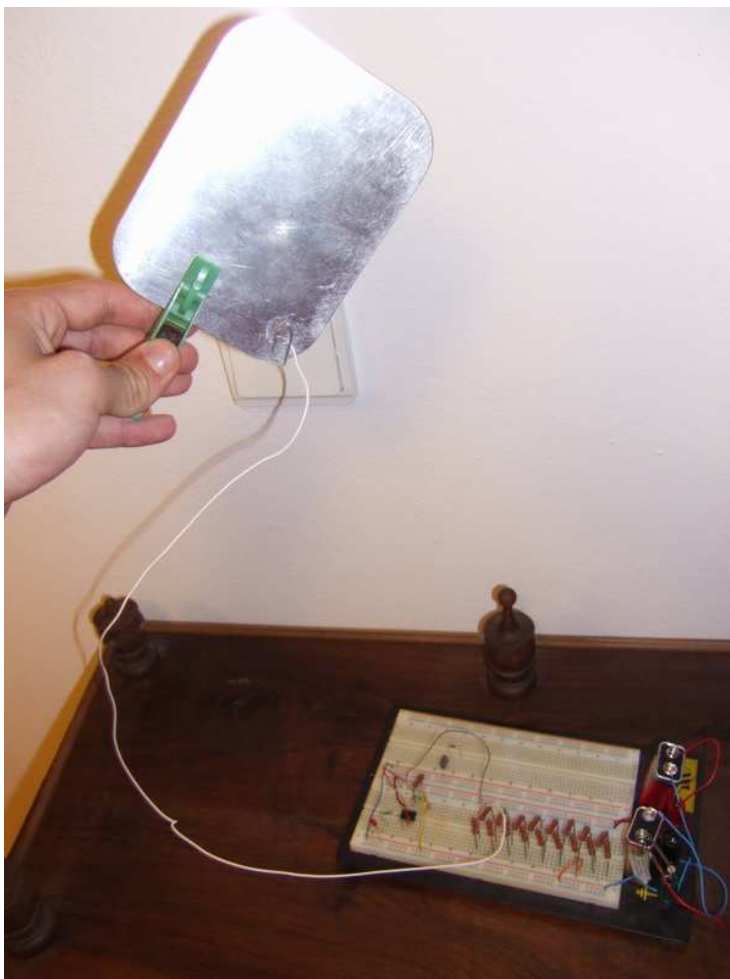
Kombinácia s detekciou magnetických polí by mohla byť úspešnejšia v prípade stavebných materiálov s pre naše potreby nízky merným elektrickým odporom, nakoľko stavebniny (okrem armovacích želez, iste) nezvyknú mať výraznejšie magnetické vlastnosti.

**Poznámka:** Pôvodne som si na internete<sup>5</sup> našiel schému na vyhľadávanie živých vodičov, no po prvotných nezdaroch som si schému radšej vymyslel sám.

### Fotodokumentácia:



<sup>5</sup> <http://jap.hu/electronic/wirescan.html>



Na fotke vľavo nemám prst na uzemnení a LEDka preto nesvieti.