

LASEROVÁ ZÁVORA

stavba a použití

Václav Piskač, Brno 2011



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tento článek navazuje na předchozí návod na stavbu optického čidla pro PC. Nebudu zde proto opětovně popisovat jeho funkci (doporučuji si článek předem přečíst).

Pokud se na vstup čidla svítí laserem, reaguje na přerušení svazku světla - funguje jako závora.

Máte-li postavené optické čidlo z předchozího článku, můžete ho využít ke většině zde popsaných pokusů.

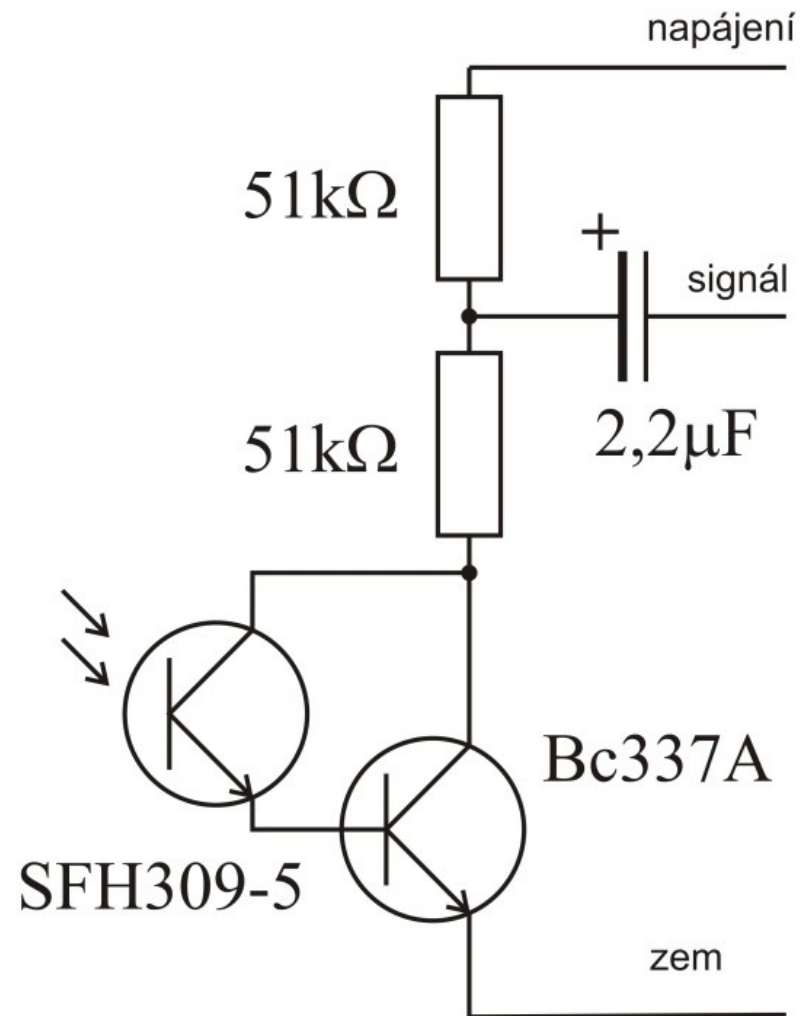
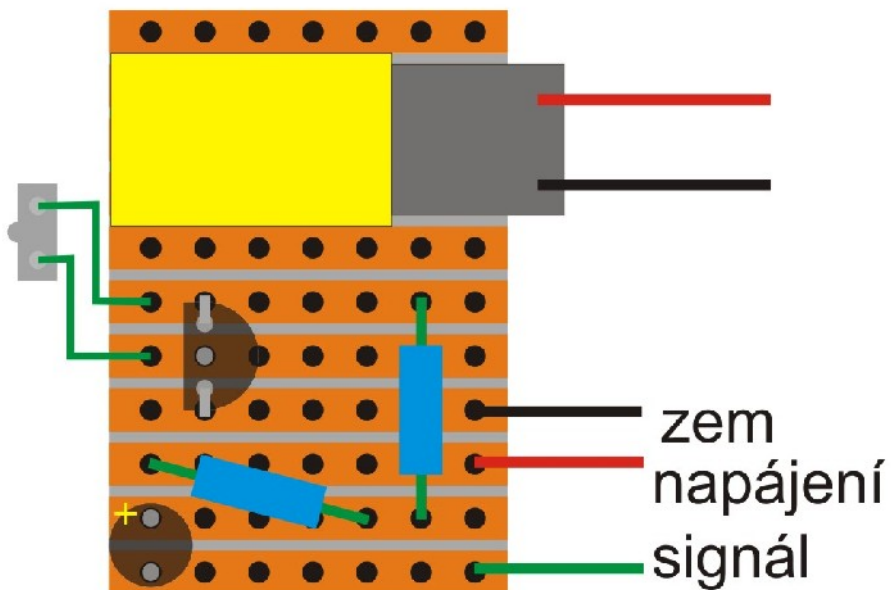


Závora ze samostatného čidla a laseru se špatně nastavuje. Proto jsem využil nápadu Dr. Konečného z MU a umístil laser a čidlo do společné krabičky. Návrat paprsku zajišťuje běžná odrazka na bycicl. Tato konstrukce funguje naprosto spolehlivě do vzdálenosti několika metrů.

V zapojení závory jsem udělal ještě jednu drobnou změnu - abych mohl k PC připojit dvě závory současně, je nutné přidat na výstup signálu ze závory kondenzátor - obvod už neposílá dvě různé hodnoty napětí, ale jenom pulzy.

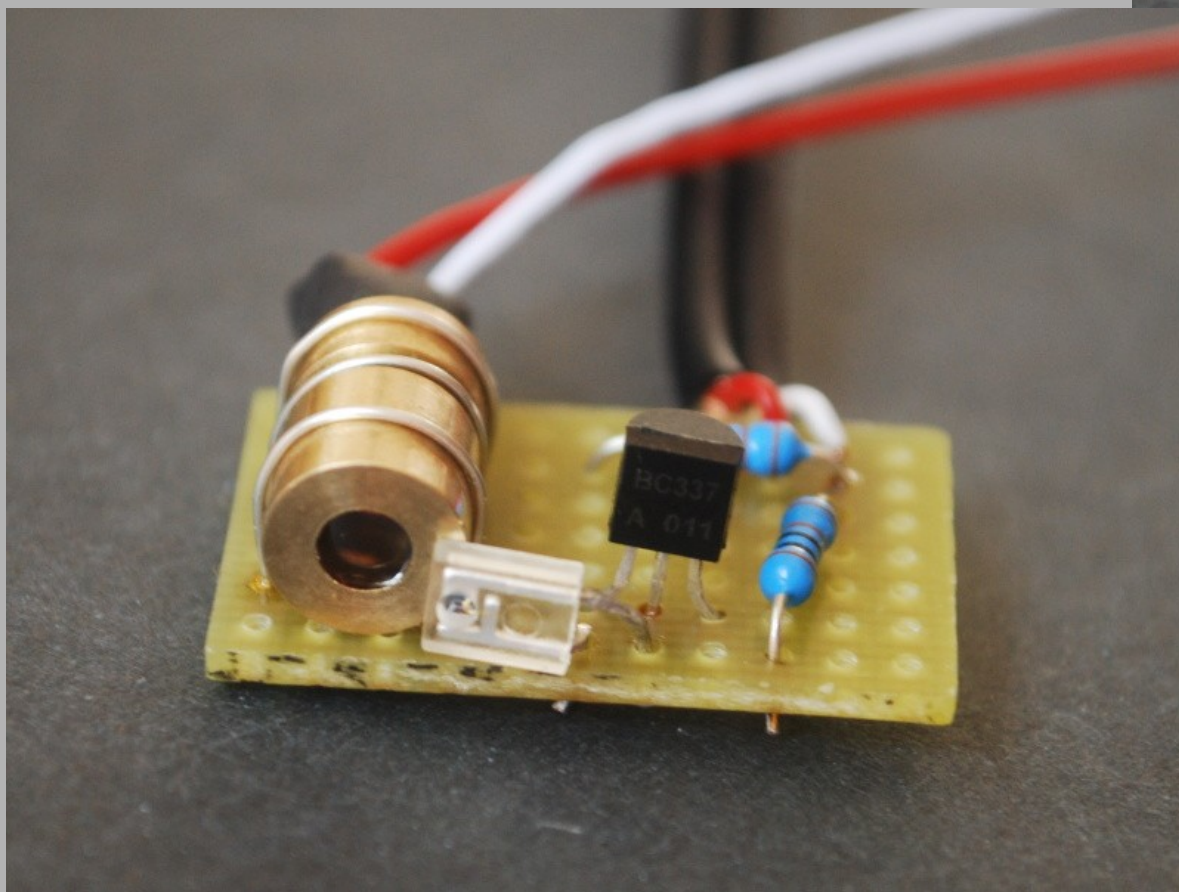
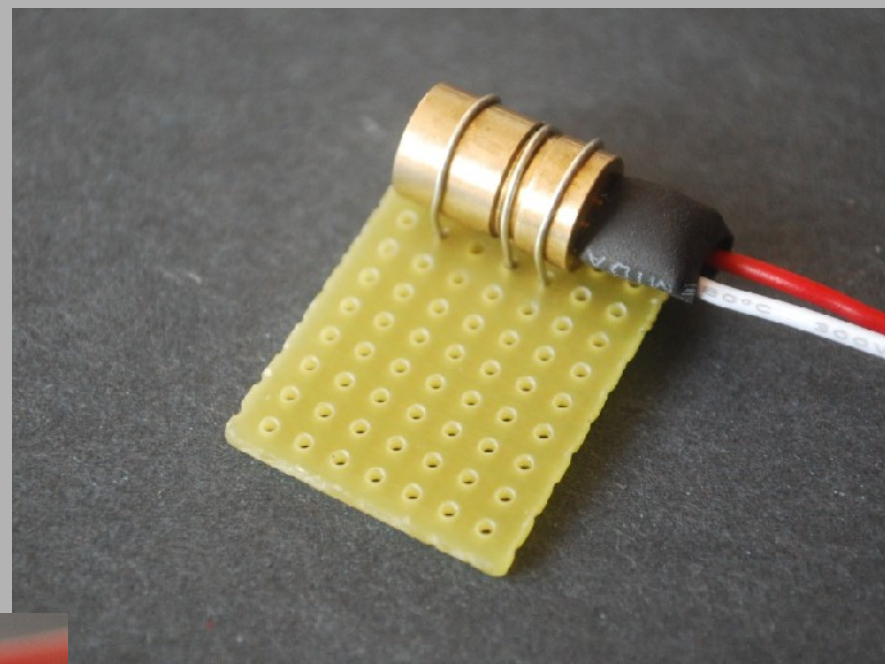
Schéma obvodu a rozvržení plošňáku na předleptanou desku (pásky mědi jsou ve skutečnosti zespodu) .

Na fotografiích je prototyp, u kterého chybí kondenzátor ...



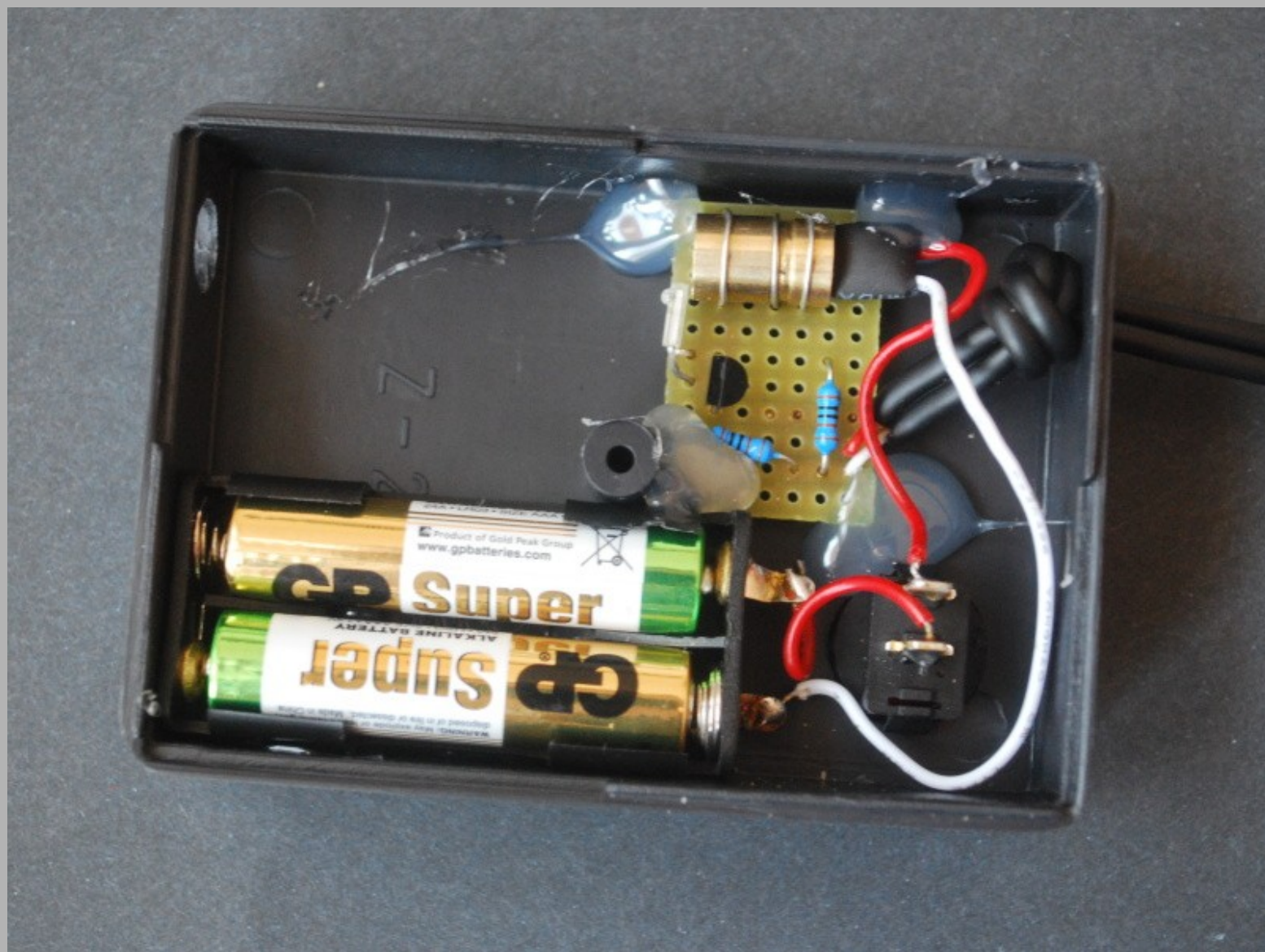
Stavba:

laserový modul (k zakoupení v obchodech s elektronickými součástkami) je uchycen pomocí drátu k plošňáku (zespodu přiletováno).



Při osazování fototranzistoru je nutné ho vytvarovat tak, aby byl co nejblíže k ústí laseru (odrazka vrací světlo zpět ke zdroji ...).

Vše je vlepeno tavným lepidlem do plastové krabičky, doplněno vypínačem a boxem na dvě mikrotužkové alkalické monočlánky. Laser má tedy své vlastní napájení a vypínač, čidlo je napájeno z PC.



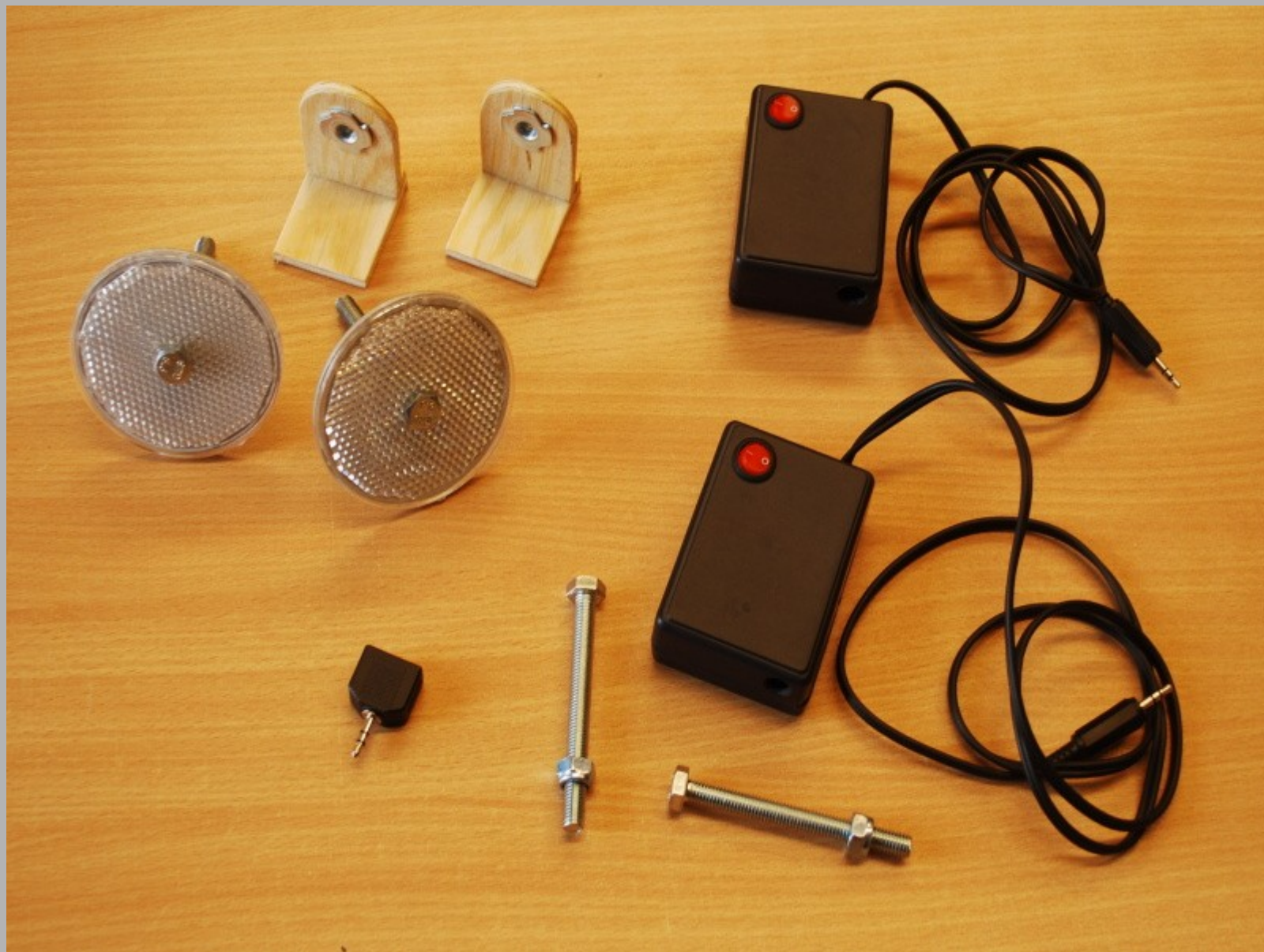
Pro uchycení do stativu
jsem do překližky osadil
nárazecí matici a celek
vlepil do dna krabičky
tavným lepidlem.



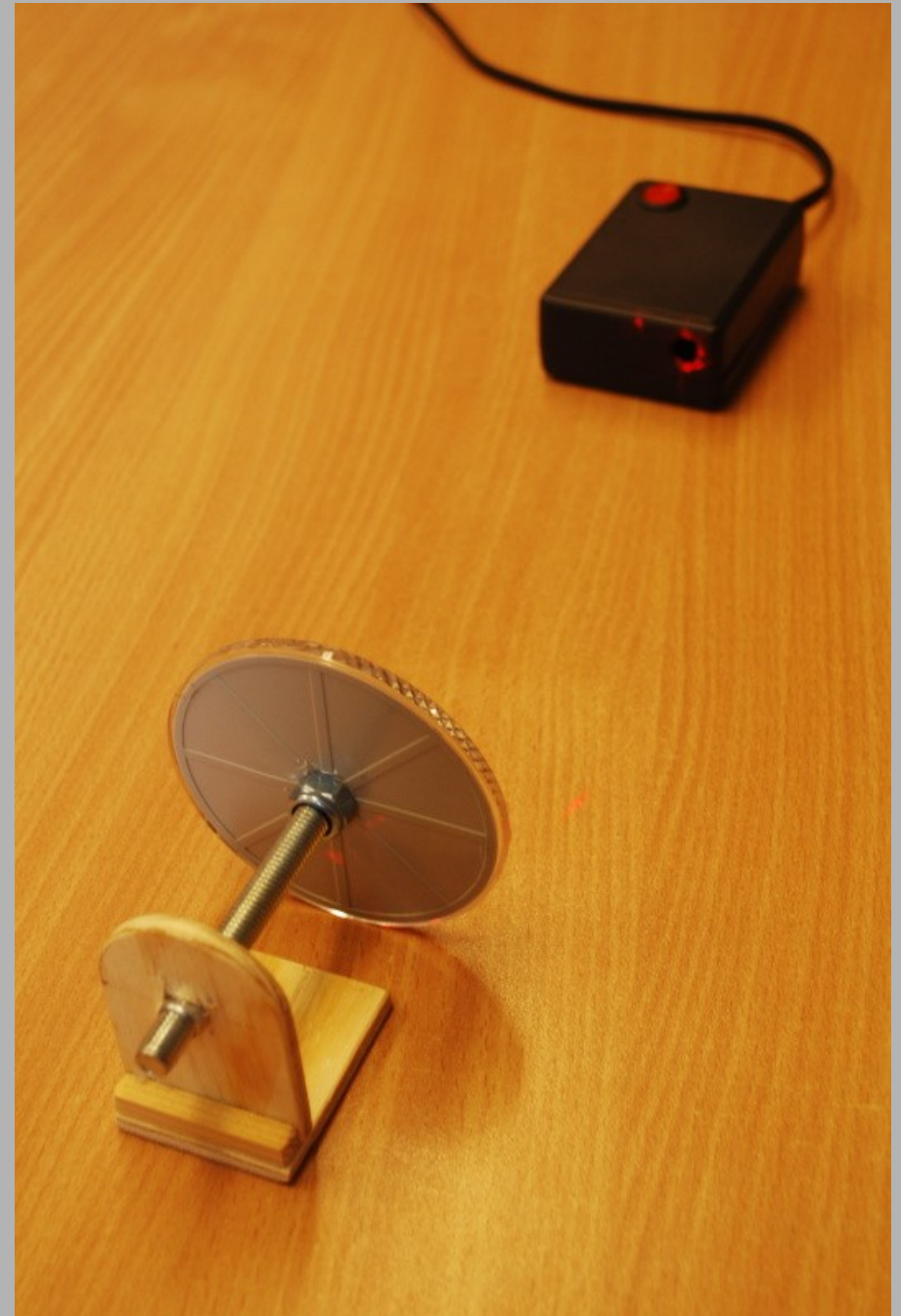
Až později jsem zjistil, že mám moc tenký šroub, takže jsem vše předělával na závit M8 (překližka držela tak pevně, že jsem ji z krabičky musel vyštípat po třískách). Takto mohu krabičku používat samostatně nebo v případě potřeby ve stojanu.



Vyrobil jsem si dvě závory. Odrazky jsou uchyceny na šroub, pro použití bez stativu jsem jim z překližky vyrobil malý stojánek.



Často při pokusech stačí závoru položit na stůl a kus od ní umístit odrazku ve stojáнку.



Uchycení do stativů



Pro některé pokusy jsou vhodné dvě závory - spojuji je pomocí redukce na 2 jacky - k dostání v obchodech s elektronikou.

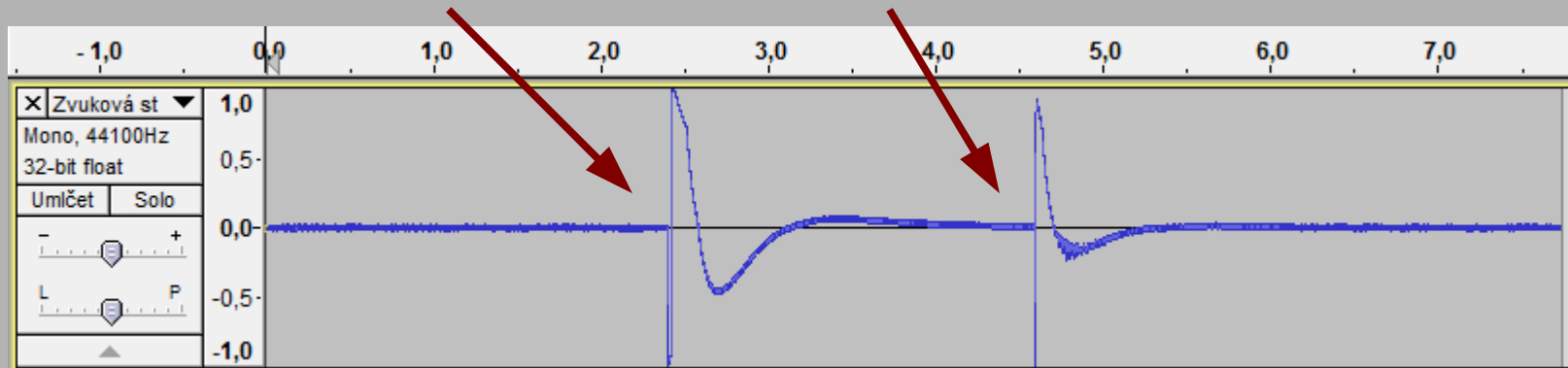


Uspořádání dvou závor (mohou být i ve stativech ...)

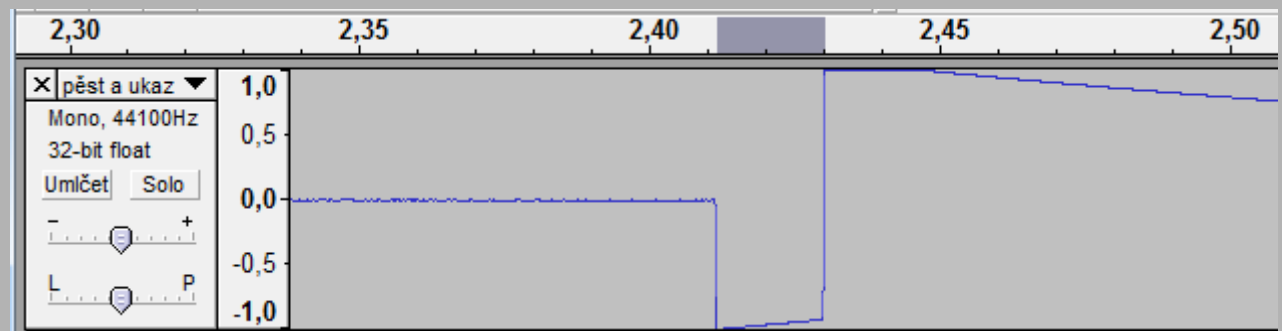


NÁMĚTY K EXPERIMENTŮM

Rychlost ruky - uchytněte závoru do stativu tak, aby bylo možné promáchnout rukou, aniž byste vrazili do stolu.
Máchněte zatnutou pěstí, potom ukazovákem.



*zvětšení záznamu
pěsti*



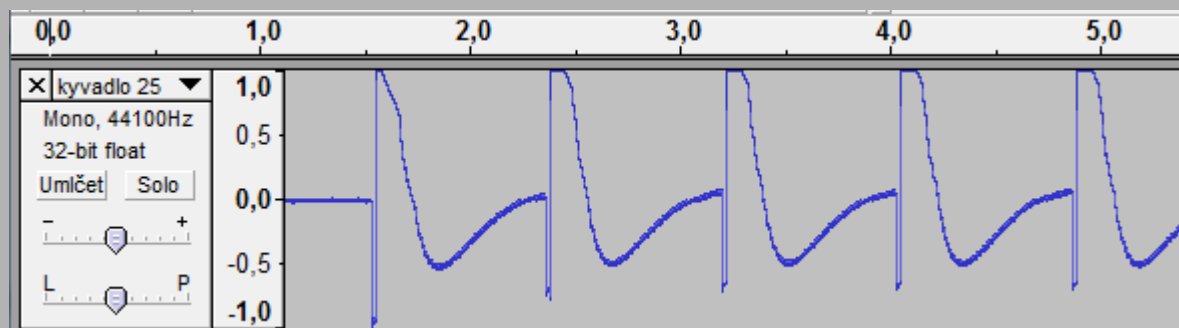
rychlost pěsti = šířka pěsti/čas = 0,11m/0,019s = 5,8m/s
rychlost ukazováčku = 0,023m/0,0034s = 6,8m/s

Kyvadlo na 66cm niti a o průměru 25mm

Ze záznamu lze určit dobu kyvu i rychlost závažíčka při každém z průchodů.

Doba kyvu je po celou dobu 0,83s, což odpovídá matematickému kyvadlu o délce 68,5cm ...

Rychlost závažíčka klesá z 0,93m/s na začátku na 0,82m/s na konci (původní záznam obsahuje 15 kyvů).

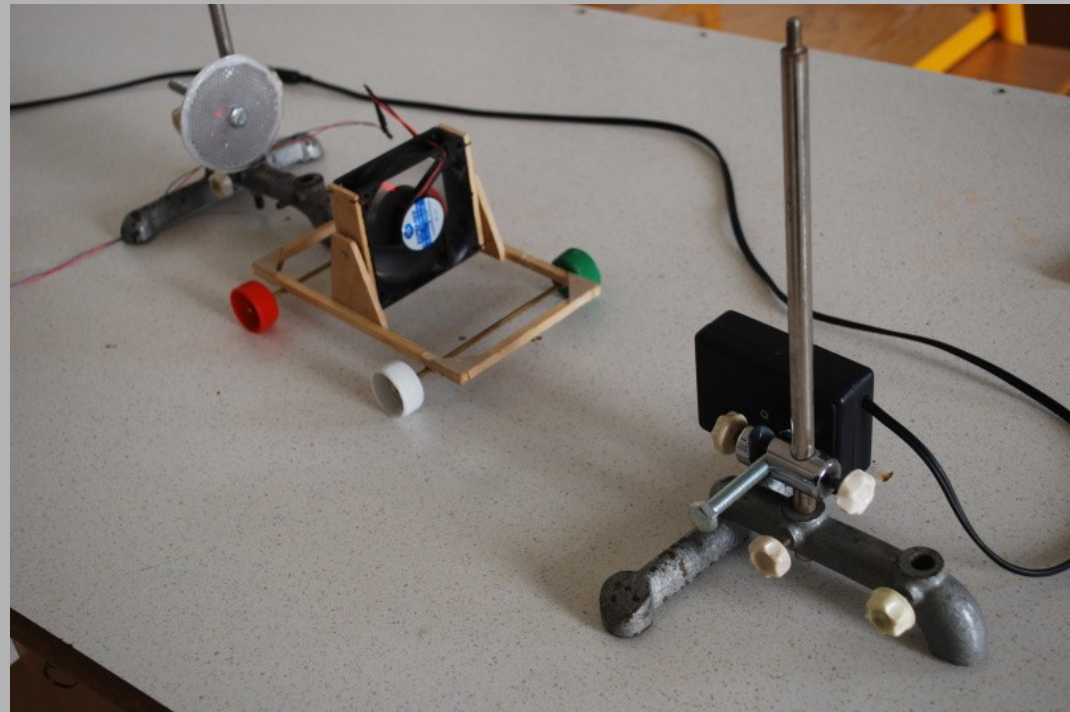
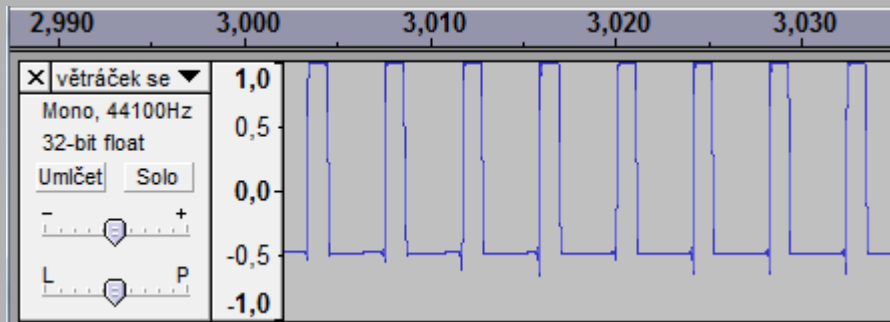


Otáčky PC ventilátorku

Laser necháme svítit skrz lopatky ventilátorku (má jich po obvodu 7).

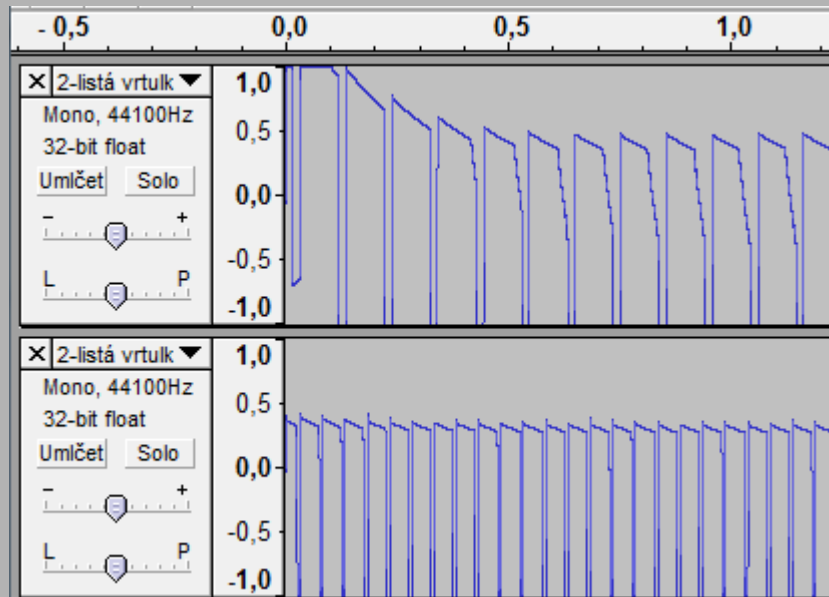
délka 7 přerušení = 1 otáčka = 0,028s

otáčky ventilátorku = $1/0,028s = 35,7Hz$

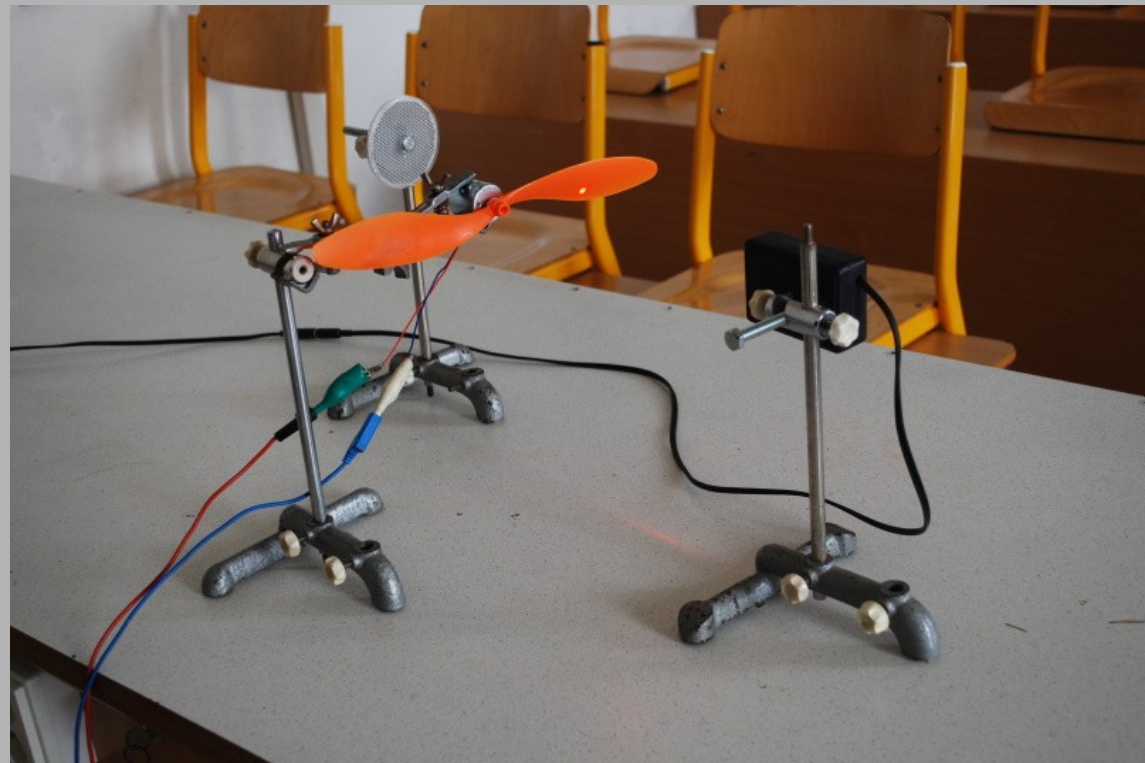


Otáčky vrtule

Podobně necháme laser přerušovat vrtulí. Horní záznam je při napájení 3V, dolní při 9V.



otáčky při 3V = $1/0,206s = 4,9Hz$
otáčky při 9V = $1/0,100s = 10Hz$



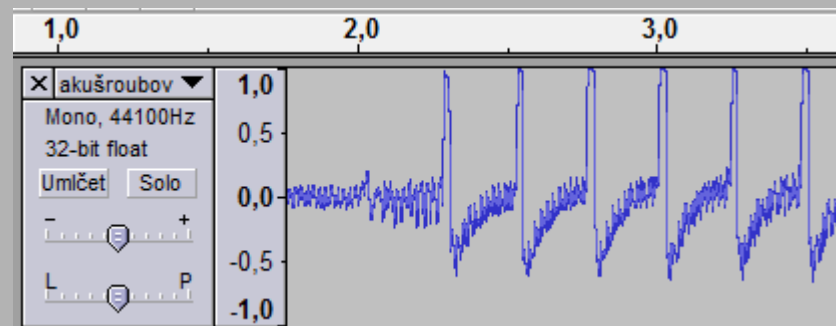
Otáčky vrtačky

Velmi mile mě potěšilo, že závora umožňuje měřit otáčky i tehdy, je-li předmět neprůhledný.

Stačí nalepit malou bílou samolepkou - fototranzistor reaguje i na světlo rozptýlené na samolepce.

Tímto způsobem jsem měřil například otáčky akušroubováku.

V tomto případě měl otáčky $1/0,239s = 4,2Hz$

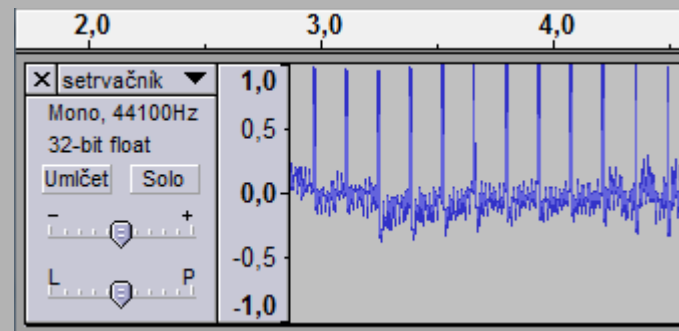


Otáčky setrvačníku

Tato metoda umožňuje měřit i mnohem obskurdnější objekty - například roztočenou káču (v tomto případě ocelovou).

Výsledek ... $1/0,14s = 7,1Hz$

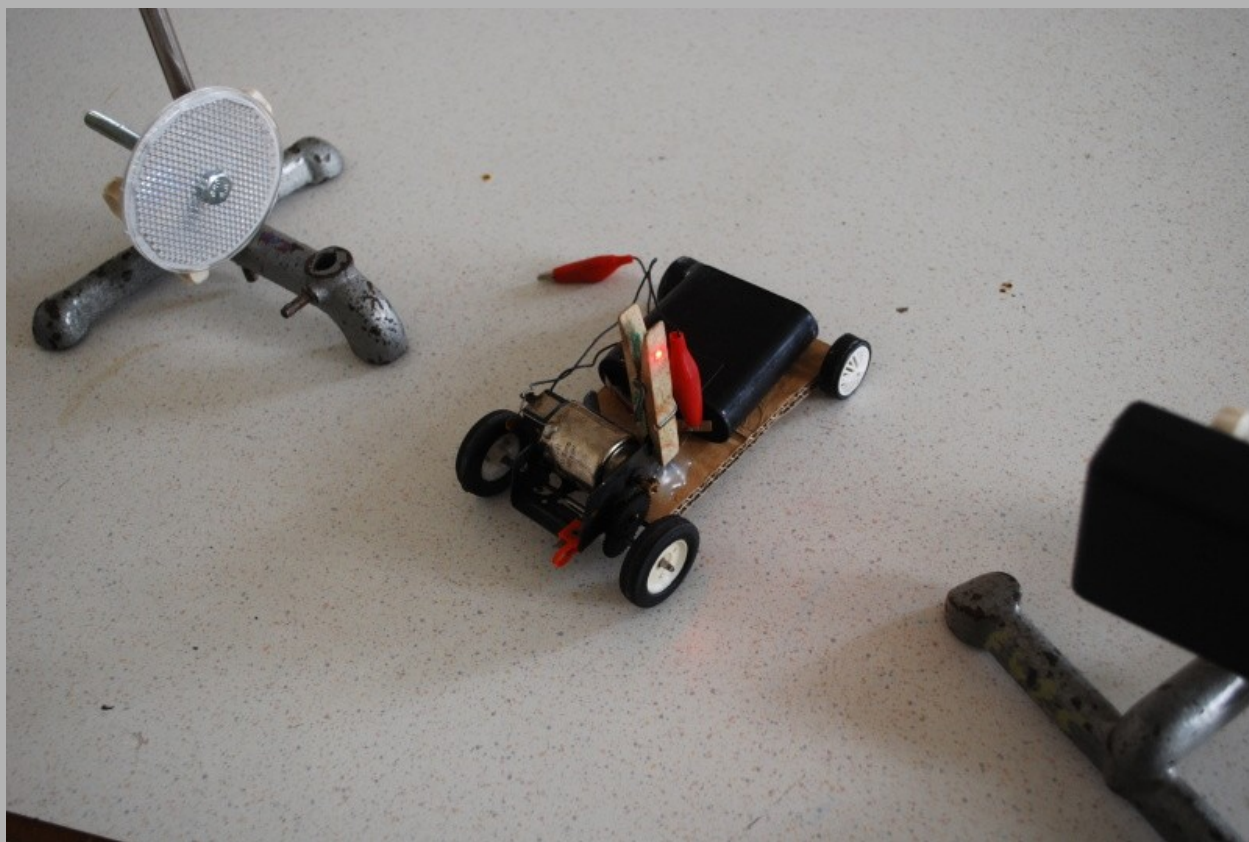
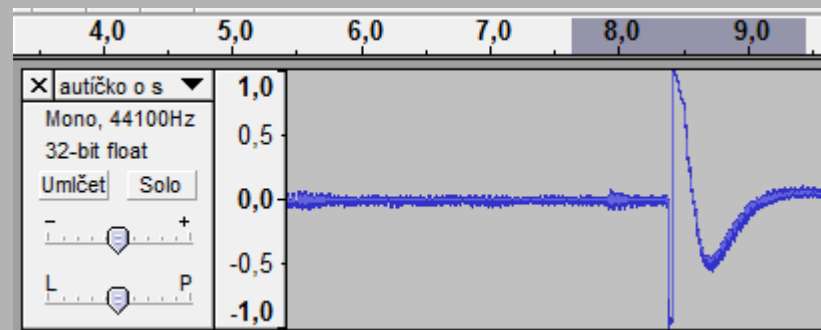
Během 5s měření se otáčky prakticky nezměnily.



Okamžitá rychlost autíčka

Na bateriové autíčko jsem uchytil kolíček na prádlo o šířce 9mm.

Přerušil laser po dobu 0,028s, což odpovídá rychlosti $0,009\text{m}/0,028\text{s} = 0,32\text{m/s}$. S ohledem na šířku kolíčku se odvažuji nazývat tuto rychlost okamžitou ...



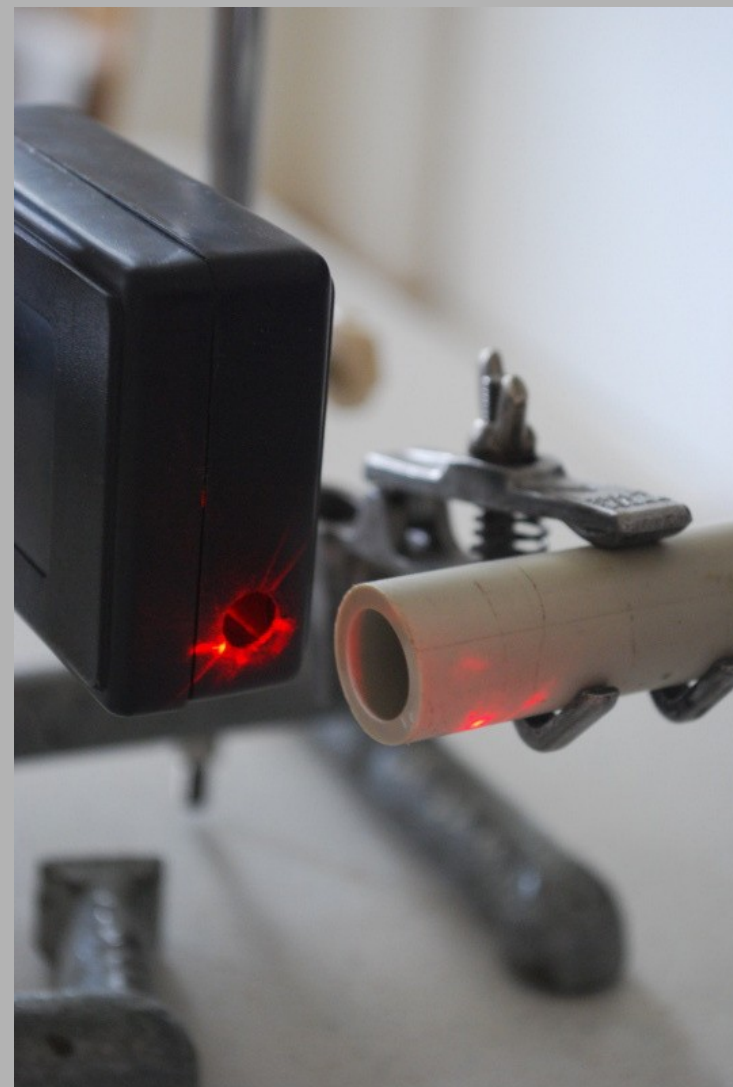
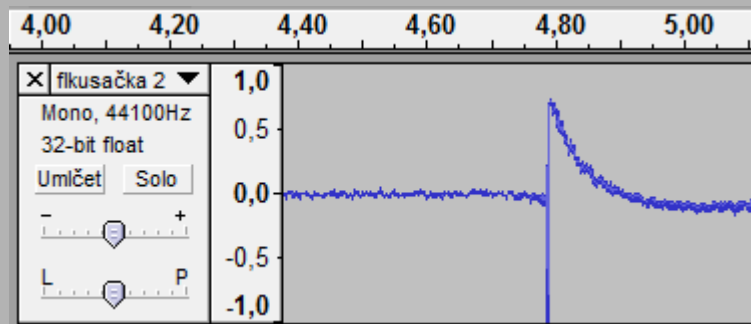
Úst'ová rychlost flusačky

Ve sbírkách mám flusačku z plastové trubky střílející hliněné kuličky. Uchytil jsem ji do stativu tak, aby laser procházel těsně před jejím ústím .



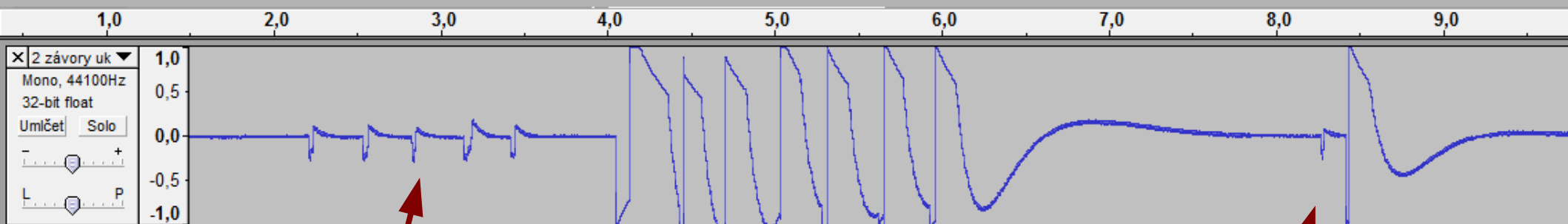
Vylétající kulička o průměru 9mm
přerušila laser na dobu 0,0023s .

To odpovídá úst'ové rychlosti
 $0,009\text{m}/0,0023\text{s} = 3,9\text{m/s}$.



Měření se dvojicí závor

Když spojím dvě závory, dává jedna o něco slabší signál než druhá. Je nutno jet nejprve přes slabší ...



několikeré přerušení levé

několikeré přerušení pravé

průjezd prstu přes obě zleva doprava

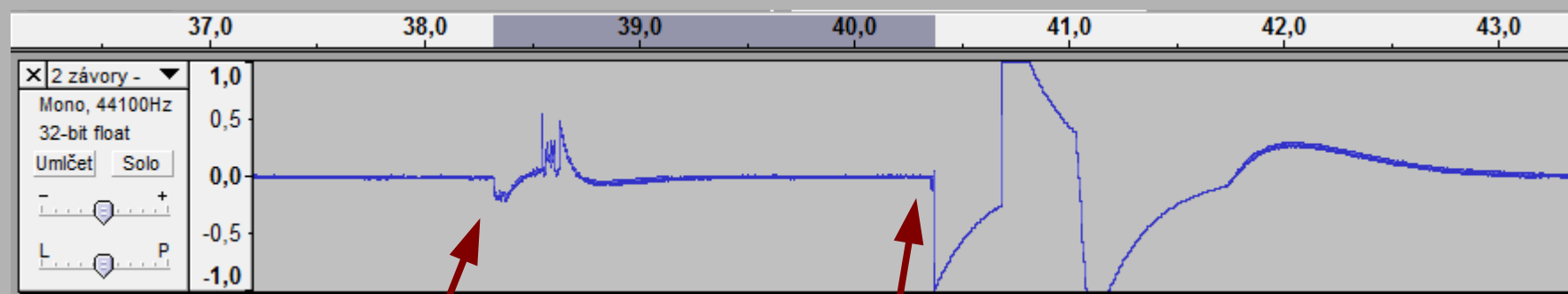
Průměrná rychlost autíčka

Rozestavil jsem 2 závory metr od sebe a pustil přes ně bateriové autíčko.



Laser přerušovala prakticky celá „karoserie“, záznam je proto trochu zmatený, ale přesto z něj lze určit jízdní dobu na 2,06s, což odpovídá rychlosti $1\text{m}/2,06\text{s} = 0,49\text{m/s}$.

To je o trochu víc než při měření okamžité rychlosti s pomocí kolíčku - třeba byla vybitá baterie ...

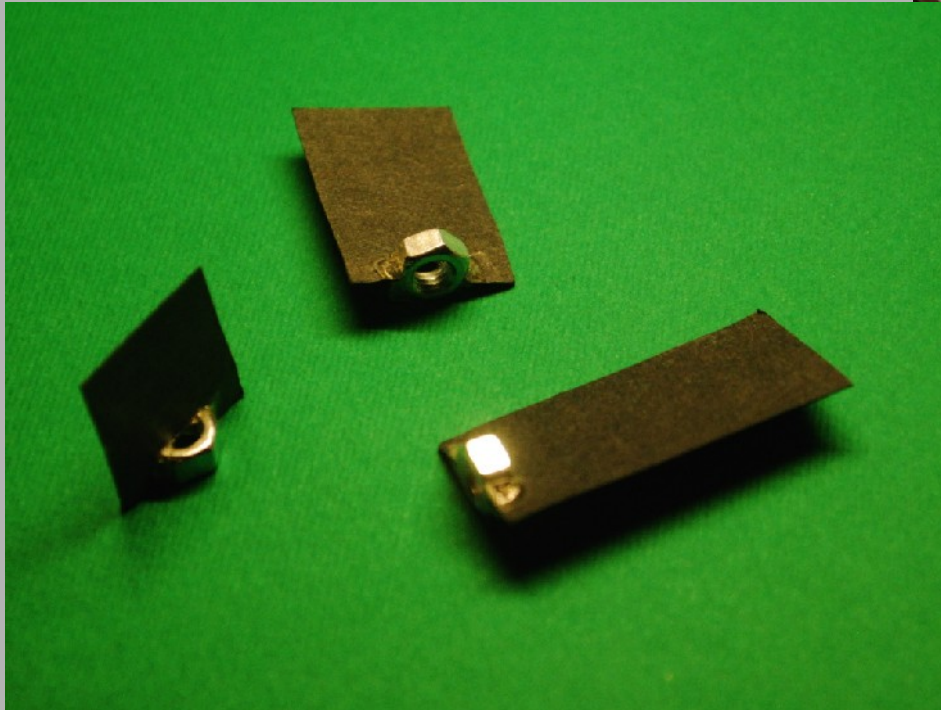


levá závora

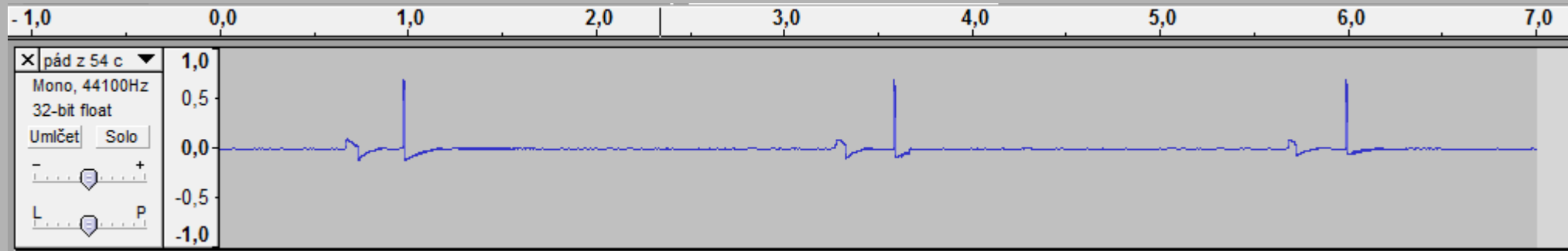
pravá závora

Volný pád

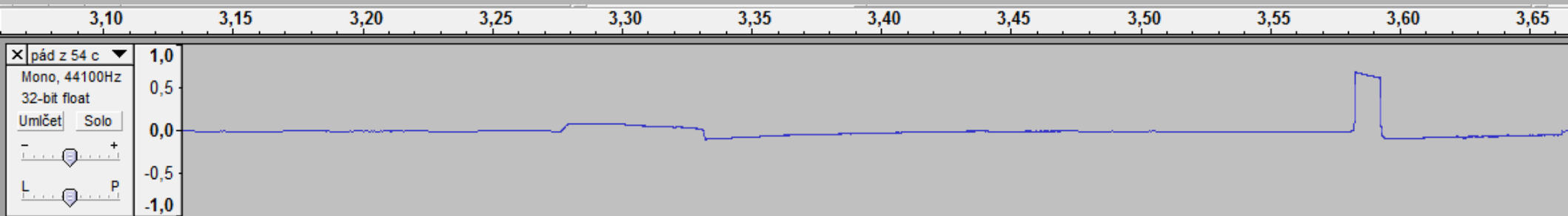
Závory jsem uchytil na svislé stojany. Pro měření jsem si vyrobil tělíška z maticek vlepených do obdélníčků černého papíru (délka 2, 3 a 4 cm). Horní závora určuje okamžik vypuštění, dolní závora určuje okamžik průchodu ale také rychlost tělíška.



Záznam měření pro pád tří tělísek z výšky 54 cm.



zvětšení prostředního pádu



Časy vycházely u všech tří tělísek shodně s přesností na 0,01s , ale o 8-10% delší než odpovídá teorii (vinu dávám odporu vzduchu).

Rychlosti vychází u každého tělíska mírně odlišně, v průměru ale o 12% menší než udává teorie.

Laserové závory považují za velmi přínosnou pomůcku pro výuku - žáci jejich princip snadno chápou a při použití dataprojektoru přímo vidí měřený děj a vznikající záznam - snadno si spojí oba děje.

Umožňují vcelku snadné a pohodlné měření velmi krátkých nebo rychlých dějů.

Další možnosti nabízí spojení jedné laserové závory a mikrofону (například u flusačky, kdy závora detekuje opuštění hlavně a mikrofon dopad kuličky na terč).

Myslím si, že laserová závora nabízí široké možnosti měření jak v demonstračním provedení, tak v laboratorních pracích, tak v rámci žákovských projektů.