

# Stůl na pinball

Soustředění mladých matematiků a fyziků  
Albrechtice v jizerských horách 2022

Autoři:

Vojtěch Mazanec

Matyáš Flek

Vít Borovský

Vedoucí:

Jan Sixta

## Anotace:

Cílem projektu je postavit hrací stůl na pinball, který bude umět počítat skóre za pomoci elektronických senzorů. Projekt využívá našich znalostí v oblasti mechaniky elektroniky a programování. K logickým úkonům a zpracování dat získaných ze senzorů je v projektu použit mikrokontroler Arduino. Ke konstrukci projektu je použito převážně dřevo. V projektu je použito 3D tisku na složitější konstrukce.

# Obsah

Soustředění mladých matematiků a fyziků Albrechtice v jizerských horách 2022 .....	1
Autoři: Vojtěch Mazanec Matyáš Flek Vít Borovský .....	1
Vedoucí: Jan Sixta .....	1
Anotace: .....	2
1 Mechanická část projektu .....	4
1.1 Mechanické prvky ovládané hráčem .....	4
1.1.1 Systém odpalování kuličky .....	4
1.1.2 Pádra pro ovládání kuličky .....	4
1.2 Jednotlivé překážky na hracím poli .....	6
1.2.1 Trojúhelníkové překážky .....	6
1.2.2 Trojúhelníkový rozřadovač .....	7
1.2.3 Hříbky na odrazení .....	7
2 Elektronika .....	8
2.1 Elektronické komponenty .....	8
2.1.1 Arduino NANO .....	8
2.1.2 Optické Čidlo vzdálenosti CNY70 .....	8
2.1.3 Sedmi segmentový display TM1637 .....	8
2.1.4 Optické brány. ....	8
2.1.5 Otřesové senzory .....	8
2.1.6 Port expandér PCF8575 .....	8
2.2 Elektronické moduly .....	8
2.2.1 Modul s port expandérem .....	8
2.2.2 Modul s infračervenými Senzory .....	9
2.2.3 Modul na prodloužení signálu z vibračních senzorů .....	9
2.2.4 Modul s Arduinem obsluhujícím senzory .....	9

# 1 Mechanická část projektu

## 1.1 Mechanické prvky ovládané hráčem

### 1.1.1 Systém odpalování kuličky

Kulička je odpalována na začátku hry vždy odpálena do hracího pole za pomoci odpalovacího mechanismu. Mechanismus je založen na jednoduchém systému, který k odpalu kuličky používá lidské síly a pružiny. Pro tento mechanismus jsme se rozhodly, pro jeho jednoduchost a efektivitu, protože jiné varianty jako třeba použití prakové gumy by sice možná byly efektivnější ale byly by komplexnější.

Při plánování projektu vyvstala obava, zda nebude pružina moc silná a nedojde k utržení bloku dřeva, o který se opírá při natahování. Proto by zvolen pro tento účel poměrně masivní blok dřeva, který je k základně celé hry připevněn čtyřmi vruty.

Po otestování odpalovacího mechanismu nedošlo k výše zmíněným obavám a mechanismus funguje podle očekávání.



Obrázek 1 - Mechanismus na odpal kuličky v natažené poloze

### 1.1.2 Pádla pro ovládání kuličky

Mechanismus na ovládání odpalovače kuliček používá ke svému chodu lidskou sílu a na návrat do klidové polohy je použito gumičky. Pro hladký chod pádla je v otočném bodu použito ložisko.

Během výroby pádel jsme narazili na několik překážek. Zjistily jsme třeba že se pádla při používání postupně uvolňují, a proto byly matky, které je drží zafixovány dvojsložkovým epoxidem. Design pádel byl také uprostřed projektu změněn na delší pádla, aby se kulička dala lépe ovládat.



*Obrázek 2-prototyp prvního pádla*

#TODO fotka noveho padla



*Obrázek 3-mechanismus ovládání pádla*

## 1.2 Jednotlivé překážky na hracím poli

### 1.2.1 Trojúhelníkové překážky

Překážky jsou čistě mechanické konstrukce, a tudíž neovlivňují nijak výsledné skóre hry. Jsou situované tak, aby při správném dopadu kuličky kuličku odrazily na hrací pádla. K vylepšení odrazu kuličky jsme použili gumičky.

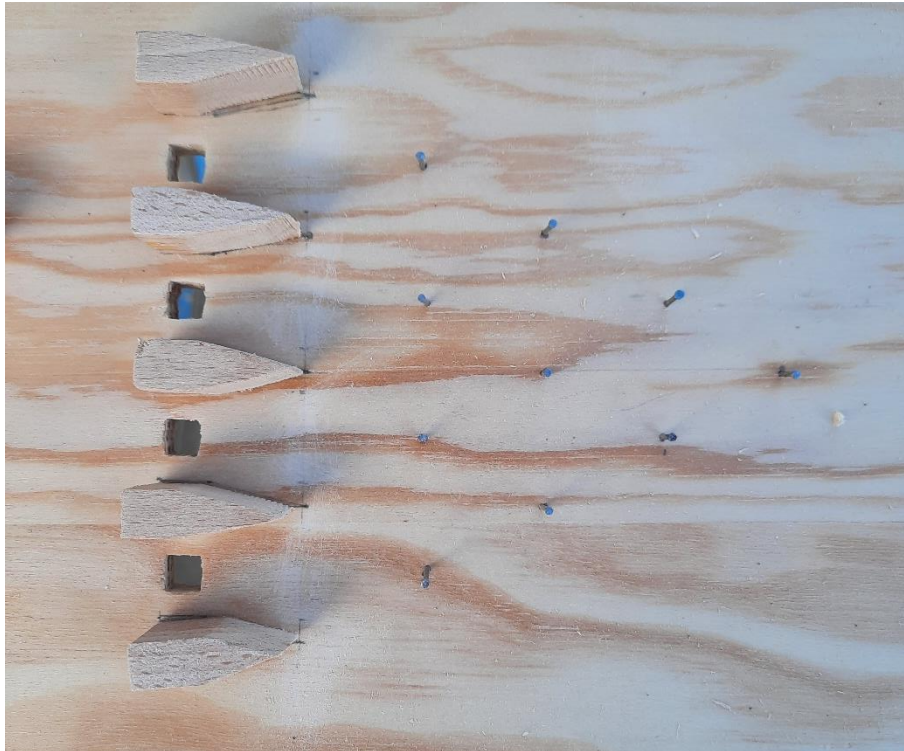


Obrázek 4-trojúhelníkové překážky

### 1.2.2 Trojúhelníkový rozřadovač

Pokud se hráčovi podaří správně trefit tuto překážku, tak se kulička dostane do rozřadovače a vypadne jedním z otvorů vespod, kde jsou jí přiřazeny body za pomoci infračerveného čidla.

Nepodaří-li se však hráčovi správně trefit kuličku na rozřadovač tak je kulička odražena na pádla a může být hrána dále.



Obrázek 5-trojboký rozřadovač

### 1.2.3 Hříbky na odražení

Hříbky přičítají body za pomoci námi vyrobených vibračních čidel. Čidla jsou založena na pružině, která za pomoci dvou pocínovaných trubek spíná kontakt



Obrázek 6-Hříbky na odraz

## 2 Elektronika

### 2.1 Elektronické komponenty

#### 2.1.1 Arduino NANO

Arduino NANO je kompaktní verze mikropočítače Arduino. Arduino je řada mikropočítačů vyvíjených stejnojmennou společností. Mikropočítač používá čip Atmel AT mega328P. V praxi se tento mikropočítač používá k vykonávání výpočetních operací, které nejsou náročné na výpočetní výkon.

#### 2.1.2 Optické Čidlo vzdálenosti CNY70

Toto čidlo je složené z fotodiody a fotorezistoru. V Arduino jsem naprogramoval to, aby dioda blikala a fototranzistor posílal hodnotu do Arduino vždy, když je dioda vypnutá a když je zapnutá. Tímto způsobem jsem vyfiltroval denní světlo a čidlo tak jen zjišťuje, zda je před ním něco či ne.

#### 2.1.3 Sedmi segmentový display TM1637

Tento display se skládá ze čtyř zobrazovacích modulů, kdy každý zobrazuje jednu číslici. K zápisu číslic na display je použit čip TM1637. Display je v projektu použit k zápisu skóre.

#### 2.1.4 Optické brány.

V projektu jsou zapojeny další dvě optické brány. Tyto dvě brány používají desku ze senzoru TCRT5000. Tyto senzory jsou zavřeny v desce stolu, a proto je není potřeba modulovat jako senzory CNY70.

#### 2.1.5 Otřesové senzory

Otřesové senzory, které jsme si sami vyrobili z dvou měděných trubek a pružiny fungují tak, že se sepnou v momentě, kdy se jedna trubka dotkne druhé a rozepnou se za pomoci pružiny. kontaktní plochy jsou kvůli ochraně proti oxidaci pocínované.

#### 2.1.6 Port expandér PCF8575

V průběhu projektu jsme zjistily, že Arduino nemá pro naše účely dostatek pinů, proto jsme se rozhodli využít port expandér.

### 2.2 Elektronické moduly

V projektu jsou různé komponenty pro přehlednost a jednoduchost spájeny do jednotlivých modulů.

#### 2.2.1 Modul s port expandérem

Tento modul je v projektu proto, že Arduino NANO, které v projektu používáme má poměrně omezený počet pinů, a tak jsme se rozhodly použít tento modul.

Modul je založen na 16bitovém expandéru PCF8575. Dále se v modulu nachází tranzistorový modul vln2003, který se stará o přepínání 5V komponent a 4 tranzistory BDT65A, které se starají o přepínání komponent na 24V.



### 2.2.2 Modul s infračervenými Sensory

Modul se stará o obsluhu 4 foto senzorů CNY70. Každý takový senzor se skládá z infračervené diody a fototranzistoru. Každá dioda musí být připojena přes odpor  $330\Omega$ , aby se nespálila, všechny diody jsou zapojeny na jeden pin, kvůli jednoduchosti ovládání a snížení počtu potřebných pinů. Fototranzistory jsou zapojeny přes pullup konfiguraci s odporem  $3K9\Omega$ .

### 2.2.3 Modul na prodloužení signálu z vibračních senzorů

Tento modul prodlužuje signál z vibračních senzorů, aby ho mohlo Arduino snadno přečíst. Tento modul obsahuje integrovaný obvod 74HC14 s logickými inventory.

### 2.2.4 Modul s Arduinem obsluhujícím senzory

Na tomto modulu je jedno Arduino NANO, které se stará o zpracování hodnot ze senzorů. Na modul je přivedeno 5V a z modulu jsou vyvedeny piny na obsluhu infračervených senzorů, tyto piny jsou ošetřeny kondenzátory s kapacitou  $100pF$ , aby Arduino četlo na analogových pinech správné hodnoty.