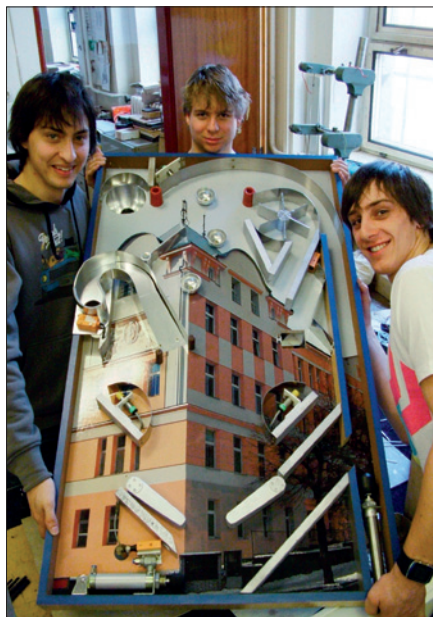


# Mechatronika hrou na průmyslové škole v Ústí nad Labem

Jednou z cest, jak zpestřit studentům středních škol výuku mechatroniky, je umožnit jim vlastními silami vyvíjet a zhotovovat mechatronické modely, na kterých se studenti mohou názorně učit a ověřovat si potřebné znalosti a návyky. Použití mechatroniky v praxi splňuje známou Komenského zásadu „škola hrou“. Didaktická pomůcka Pinball byla na Střední průmyslové škole strojní a elektrotechnické v Ústí nad Labem postavena pro soutěž AS-Interface na střední škole, kterou vypsal v roce 2006 sdružení firem AS-Interface Česká republika. Účast v soutěži má pomoci získat nové vybavení do laboratoře automatizace. Model Pinball využívá bezkontaktní senzory, mechanické spínače, elektropneumatickou soustavu a PLC pro řízení modelu. Základem hry je elektropneumatický terminál firmy Festo, pro řízení se používá PLC typu AMiRiS99 firmy AMiT s. r. o. Hra je osazena bezdotykovými indukčními senzory firmy Turck s. r. o. a bezdotykovými optickými senzory firmy ifm Electronic s. r. o. Konečným cílem je upravit současnou úlohu Pinball tak, aby všechny používané komponenty byly řízeny pomocí PLC s rozhraním AS-Interface.

## Hra Pinball

Pinball je desková hra, kterou lze zahlédnout ve scénách z vesnických barů v amerických filmech. Její počítačová verze je jako aplikační program pro PC volně k dispozici.

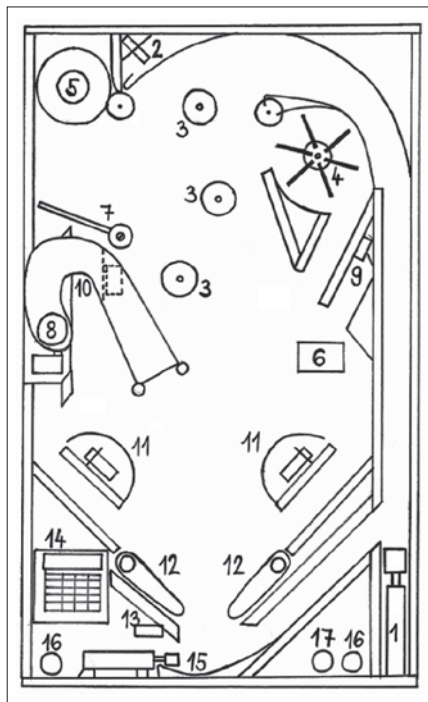


Obr. 1. Model hry Pinball vytvořený třemi studenty SPŠ SaE, Resslova 5, Ústí nad Labem (zleva doprava: Martin Volavka, Vít Vondráček a Roman Skrčený)

ci na internetu ve všech možných atraktivních variacích. Princip hry je jednoduchý. Po vystřelení kuličky je snahou hráče udržet ji co nejdéle na herní ploše pomocí herních ramen, které ovládá tlačítka. Na herní ploše jsou umístěny různé objekty, tzv. atrakce. Jestliže se hráč kuličkou na některou trefí, jsou mu připisány body. Kdo posbírá nejvíce bodů, než mu kulička propadne mezi herními rameny, vyhrává. V modelu hry (obr. 1) je místo ocelové kuličky použit golfový míček.

## Cesta míčku po herní ploše

Hráč hru odstartuje červeným tlačítkem, které je na obr. 2 vyznačeno pozicí 17. Sepnutím je aktivován válec vyrážecí (pozice 1 na obr. 2). Délkou tisknutí tlačítka se regu-

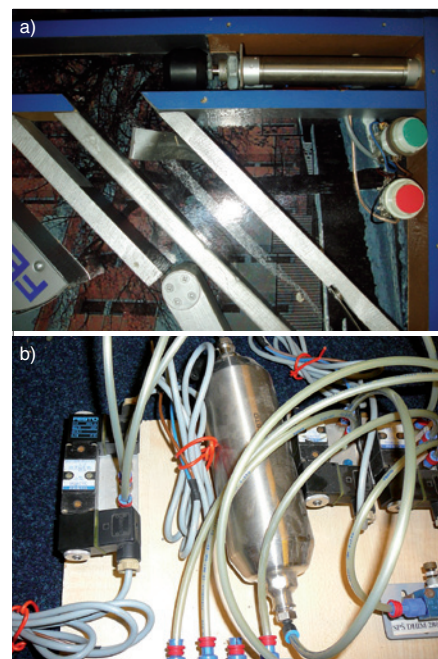


Obr. 2. Náčrt rozvržení hracích prvků modelu hry Pinball

luje množství stlačeného vzduchu dodaného ventilem do vzdušníku. Elektropneumatický ventil 3/2 NC při stisku napouští vystřelovací vzdušník na požadovaný tlak, který je pomocí ovládacího ventilu 5/2 1V1 přiveden do vystřelovacího válce. Puštěním tlačítka vyrazí pístnice zakončená pryžovou hlavicí (obr. 3) golfový míček požadovanou rychlostí do herního prostoru. Vyrážecí síla je dána velikostí tlaku nahromaděného stlačeného vzduchu ve vzdušníku.

Je-li míček vystřelen velkou silou, zaznamená indukční senzor výstřelu (2) prohnutí plechu (obr. 4) a přičte hráči dva body. Ve střední části desky jsou zvonečky (3), které kromě cinkavého zvuku nemají žádnou speciální funkci.

Je-li míček vstřelen jednou z cestiček k větrníčku (4), ten se roztočí, což detekuje optický senzor, který je upevněn pod deskou



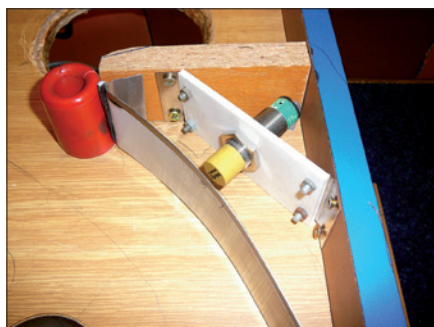
Obr. 3. Válec vyrážecí míčku (a) a zásobník vzduchu pro vystřelování (b)

a je aktivován clonkou ve tvaru kříže spojenou pomocí osy s větrníčkem (obr. 4). Hráči se přičítá bod za každou aktivaci senzoru ramenem clonky.

V levém horním rohu desky je tzv. červí díra (5). Jestliže se tam míček dostane, získá hráč sto bodů. Míček pak postupuje trubkou do výtahu (6). Jeho přítomnost zaznamená optický senzor umístěný na výstupu trubky, který dává signál ke spuštění výtahu (obr. 6). Ten vynese míček zpět na herní plochu a po dvou sekundách zajede zpět dolů k trubce.

Nad plošinkou je umístěna otočná klapka (7) mechanicky napojená společnou osou na pneumatický kyvný pohon s jednosměrnými škrticími ventily pod deskou. Pohon je ovládán bistabilním elektropneumatickým ventilem 5/2. Pohyb pohonu se zpomaluje prostřednictvím jednosměrných škrticích ventilů. Otočná klapka otevírá nebo uzavírá tunel pod plošinkou. Klapka je aktivována buď optickým senzorem na plošince (8) nebo optickým senzorem ve slepé uličce (9). Plošinka (obr. 7)

je kruhový nájezd pro míček, který vede do pomyslného druhého patra desky. Začíná na herní ploše a zdvihá se a zatáhne zpět doleva až o 180°. Má-li míček dostatečnou rychlost, je detekován senzorem a hráč získá deset bodů. Zároveň otočná klapka (7) otevře přístup k tunýlku (10). Míček propadne otvorem (8) zpět dolů na desku. V tunýlku pod plošinou je op-



Obr. 4. Sensor detekuje ohnutí plechu při silném výstřelu



Obr. 5. Optický senzor aktivovaný clonkou ve tvaru kříže detekuje rotaci větrníčku



Obr. 6. Elektromechanický výtah vynesí míček na hrací plochu



Obr. 7. Plošina – kruhový nájezd pro míček se senzorem a klapkou

tický senzor, jehož signál přičte hráči 50 bodů.

Míček může doputovat také do slepé uličky (9), na jejímž konci je další optický senzor. Jestliže se míček dostane tak daleko do uličky, aby senzor sepnul, přičte se hráči dvacet bodů a otočná klapka zavře přístup do tunýlku.

Na dopad míčku reagují také dva odrazce (11), vyrobené z plechu ohnutého do půlkruhového tvaru. Na jedné straně je plech pevně připevněn a na druhé straně je volný, aby se mohl nárazem míčku prohnut. Prohnutí plechu aktivuje indukční senzor, jehož signál přidává hráči jeden bod.

Dřevěná odrazecí herní ramena (12) zabraňují tomu, aby míček propadl a hra skončila. Odrazecí ramena (obr. 8) jsou mechanicky napojena na dvojici samostatných dvoučinných přímočarých válců s rychloodfuky ovládaných elektropneumatickými monostabilními ventily 5/2.

### Příprava míčku k výstřelu

Hráč ovládá odrazecí ramena dvěma zelenými tlačítky (16) napojenými na kontakty rozpínačů. Propadnutí míčku je detekováno optickým senzorem, který je umístěn těsně za odrazecími rameny. Když senzor detekuje propadnutí míček, spustí se nabíječ, který vysunutím pístnice přesune míček po určené nabíjecí dráze do výrazce. Míček je tak připraven k další hře. Míček je do vystřelovací pozice nabíjen dvoučinným válcem s rychloodfukem ovládaným ventilem 5/2. Vzhledem k algoritmu nabíjení je přívod ventilu vystřelovacího válce napojen současně na spínač výstřelu a na vývod PLC. Při nabíjení je nutné pístnici válce programově zasunout, aby měl míček volnou cestu do nabíjecí komory.

Terminál APT100 (14) funguje jako displej zobrazující skóre, počet zbývajících míčků a právě probíhající operace.

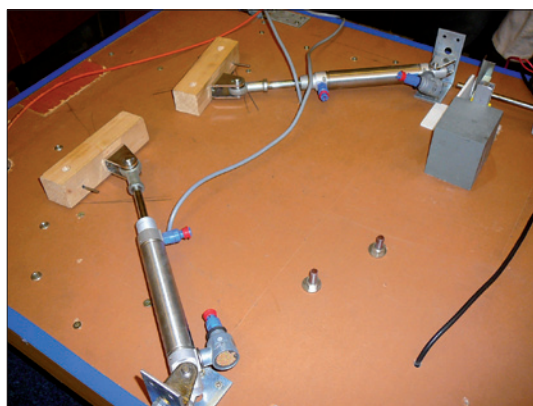
### Elektromechanický výtah

Výtah (obr. 5) je ovládán stejnosměrným motorkem M1 napájeným stejnosměrným zdrojem o 12 V DC/5 A. Reverzace tohoto motoru je tvořena dvojicí relé ovládaných výstupy PLC. Poloha výtahu je detekována pomocí kontaktů mechanických koncových spínačů tvořených tvarovanými plíškami.

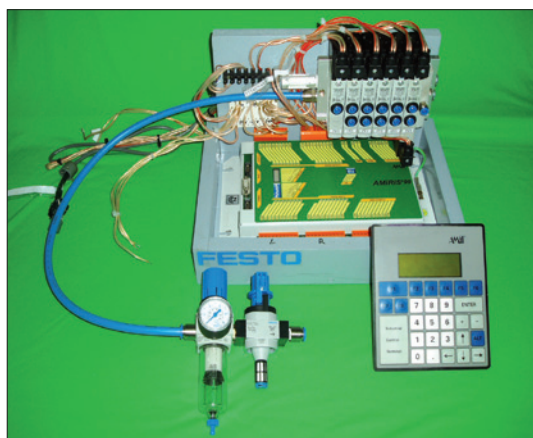
### Program hry Pinball

Algoritmus programu pro PLC AMiRiS99 vyplývá z popisu hry. Signály z použitých senzorů je nutné vyhodnocovat prostřednic-

tvím hardwarových přerušení běhu hlavního programu. Jsou využívána přerušení jak na náběžnou, tak na sestupnou hranu signálu na snímači. Všechny senzory mají výstup PNP a napájení 24 V DC. Mechanické spí-



Obr. 8. Hrací ramena s pohony



Obr. 9. Celkový pohled na pneumatickou řídicí jednotku modelu hry Pinball

nače a rozpínače pracují s napětím 24 V DC. Signály z magnetoindukčního senzoru nabíječe (15), mechanického přepínače červeného tlačítka výstřelu a mechanických spínačů výtahu se vyhodnocují na logickou jedničku v časovaném režimu.

### Závěr

Hru navrhli a vytvořili Martin Volavka, Vít Vondráček a Roman Skrčený (obr. 1), dnes již úspěšní absolventi oboru elektronika se zaměřením na automatizaci a počítačové aplikace na SPŠ SaE, Resslova 5, Ústí nad Labem. Program hry Pinball byl ohodnocen prvním místem v mezinárodní soutěži pro střední školy AMiTsys Expert 2010.

Projekt byl realizován díky sponzorským darům firem jmenovaných v úvodu článku, bez jejich podpory by to nebylo možné. Díky tomuto projektu získala laboratoř automatizace nový funkční model pro výuku mechatroniky.

Ing. Pavel Votrubeč,  
SPŠ SaE v Ústí nad Labem