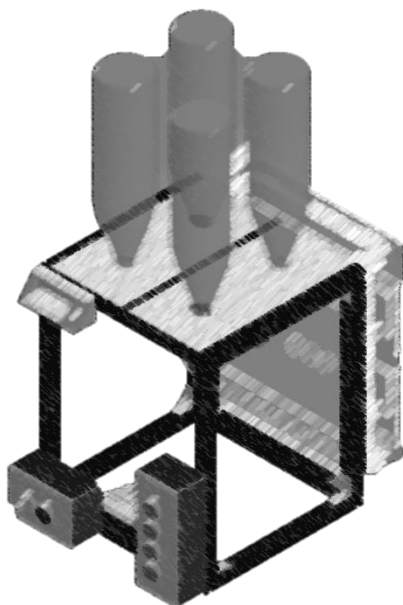




*Střední průmyslová škola elektrotechnická*  
*Praha 10, V Úžlabině 320*

# E-BAR



Autoři: David Rothbauer, Jakub Jiřík, Tomáš Szetei, Jakub Kocev

Vedoucí: Ing. Marek Tejc

## Obsah:

<b>1</b>	<b>ÚVOD .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>ÚČEL ZAŘÍZENÍ.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>FUNKCE .....</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>TECHNICKÉ INFORMACE .....</b>	<b>3</b>
4.1	ZÁKLADNÍ PRINCIP FUNGOVÁNÍ .....	3
4.2	KONSTRUKCE.....	3
4.3	OVLÁDÁNÍ .....	4
4.4	ZPĚTNÁ VAZBA UŽIVATELI (DISPLEJ).....	4
4.5	ŘÍDICÍ JEDNOTKA.....	4
4.6	ROZVADĚČ .....	5
4.7	VENTILY .....	5
4.8	PNEUMATICKÉ ROZVODY.....	5
4.9	VÁHOVÝ SENZOR.....	6
4.10	LÁHVE NA TEKUTINY.....	6
4.11	TLAČÍTKO NOUZOVÉHO VYPNUTÍ.....	7
4.12	PRVKY VYTIŠTĚNÉ NA 3D TISKÁRNĚ .....	7
<b>5</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>7</b>

## 1 Úvod

Tento projekt jsme si zvolili kvůli tomu, že je ideálním příkladem, jak skloubit zábavné s užitečným. E-bar nám všem dal zkušenosti ohledně práce v týmu, komunikaci a rozdělení úkolů podle individuálních schopností jedince.

## 2 Účel zařízení

Zařízení je určeno k ulehčení práce například barmanům, popřípadě lidem, kteří se nechťejí obtěžovat mícháním nápojů. Stačí pouze zmáchnout tlačítko a bar se už o vše ostatní postará.

## 3 Funkce

Hlavní funkcí e-baru je schopnost automatického točení alkoholických či nealkoholických nápojů pouhým stisknutím tlačítka. Nápoj lze namíchat ze čtyř složek, které jsou umístěny v lahvích uvnitř. E-bar obsahuje dva režimy, a to automatický a manuální.

V automatickém režimu si uživatel na displeji za pomoci čtyř tlačítek zvolí jeden z přednastavených nápojů, a bar se postará o jeho namíchání. U manuálního režimu má uživatel možnost namíchat si vlastní nápoj podle svých individuálních potřeb. Uživatel k míchání vlastního nápoje využije stejná čtyři tlačítka. Každé tlačítko reprezentuje jednu láhev a podržením tlačítka začne vytékat požadovaná složka. Bar má dále ochranu proti přelití skleničky a umí poznat absenci skleničky. Na vrchu je nouzové tlačítko, které v případě poruchy vypne celý bar. Tlačítka na volení režimu a na nouzové vypnutí jsou na klíč, aby se předešlo zneužití, či neoprávněnému použití.

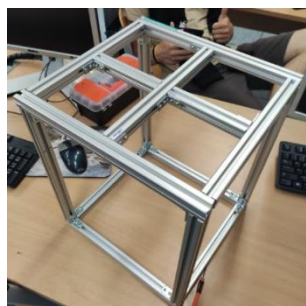
## 4 Technické informace

### 4.1 Základní princip fungování

Původním konceptem bylo udržovat všechny nádoby s tekutinami pod tlakem, a otevíráním ventilů pouštět jednotlivé složky do sklenice. Tímto způsobem by tekutiny procházely skrz ventily, což z našeho pohledu nebylo nejideálnější. Proto jsme zvolili jiný přístup, který zahrnoval průchod tekutin pouze jednou hadičkou. Ventily spínají přívod tlakového vzduchu do každé láhve, a díky rozdílu tlaků mezi vnitřkem láhve a okolím začne tekutina proudit z láhve ven hadičkou do sklenice.

### 4.2 Konstrukce

Konstrukce je tvořena hliníkovými profily o rozměrech 20x20 mm. Profily byly nařezány na potřebnou délku, a poté pomocí L úhelníků, matic, podložek a šroubků pospojovány. Výsledkem toho je bytelná



Obrázek 2: Rám po sestavení

kostra, na kterou jsme poté připevnili rozvaděč, displej, tlačítka a všechny další potřebný hardware. Původní plán obsahoval spojení profilů pomocí 90° spojek vytištěných na 3D tiskárně. Kvůli časové náročnosti a nejistotě v pevnosti jsme však nakonec využili kovových



Obrázek 1: Nařezané profily

úhelníků. Profily byly nakoupeny s dostatečnou rezervou pro případné pozdější změny konstrukce. Této rezervy bylo využito, jelikož láhve jsou umístěny uvnitř baru, namísto nad barem, jak bylo původně zamýšleno.

### 4.3 Ovládání

Výběr nápojů v automatickém režimu, či míchání vlastních nápojů se provádí pomocí čtyř tlačítek na přední straně zařízení. Na displeji se objeví přednastavené nápoje či dostupné složky pro míchání vlastních nápojů. Přepínač slouží k přepnutí režimů a popřípadě vypnutí ovládacích prvků. Černé tlačítko vedle přepínače režimů slouží k potvrzení upozornění či chybových hlášek jako například absence skleničky.



Obrázek 3: Tlačítka

### 4.4 Zpětná vazba uživateli (displej)

Jako prvek informující uživatele o stavu zařízení jsme zvolili LCD displej se schopností zobrazit 16 znaků na 2 řádcích. Displej je kvůli úspoře vodičů připojen přes sběrnici I2C (také známou jako TWI). Pro podporu I2C bylo nutné použít modul převodníku PCF8574. Displej je



Obrázek 5: Finální podoba displeje

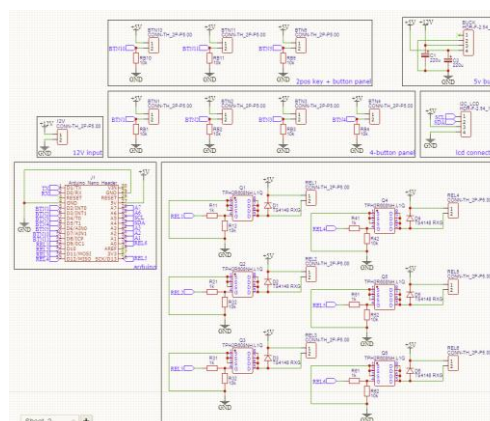
umístěn na přední straně baru vedle tlačítek pro volbu nápojů v krabici vytištěné na 3D tiskárně. V případě zapnutého e-baru bez vybraného provozního režimu displej zobrazuje hlášku „Nevybrán režim“. V automatickém režimu displej cyklicky zobrazuje nabídku drinků, případně informuje o průběhu míchání nápoje. V manuálním režimu displej místo nabídky drinků zobrazuje jednotlivé složky, případně zobrazuje aktuálně dávkovanou složku. Nakonec může zobrazovat i chybové hlášky např. při předčasném odebrání sklenice.



Obrázek 4: Modul displeje s převodníkem

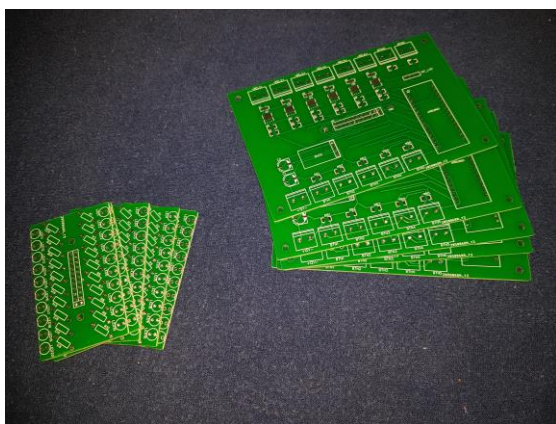
### 4.5 Řídicí jednotka

Řídicí jednotka je založena na mikrokontroléru Arduino, konkrétně Arduino Nano. Pro jednodušší připojení vstupů a výstupů byla v programu EasyEDA navržena, a poté na zakázku vyrobena firmou JLCPCB dvouvrstvá deska plošných spojů. Deska je osazena „step-down“ měničem pro snížení napětí z 12V na 5V. Na krajích desky jsou umístěny šroubové svorkovnice umožňující připojení všech periférií. U svorkovnic pro připojení tlačítek jsou umístěny „pull-down“ rezistory pro eliminaci zákmitu. Jelikož proudový výstup pinů Arduino není dostatečný pro cívku použitých relé, je na desce také šestice tranzistorů typu MOSFET mající na starost správné spínání relé. Uprostřed desky je umístěn konektor 11x2 pinů s roztečí 2,54mm. Do tohoto konektoru se připojí druhá deska plošných spojů, navržená a vyrobená stejným způsobem, obsahující 22 LED diod indikujících stavy vstupů a výstupů. Na tuto sestavu byl vymodelován, a poté na 3D tiskárně vytištěn kryt s přiděláním na DIN lištu v rozvaděči.

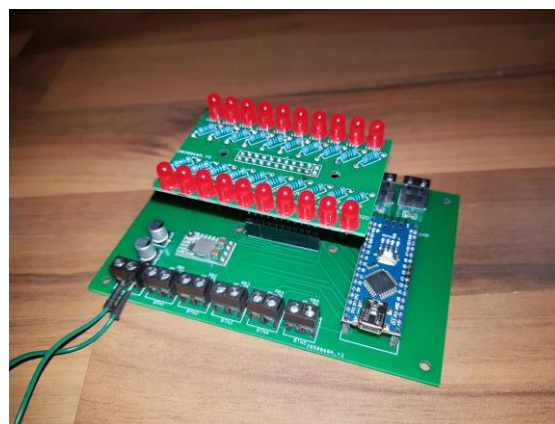


Obrázek 6: Schéma zapojení (EasyEDA)





Obrázek 7: DPS před osazením



Obrázek 8: Osazená DPS

#### 4.6 Rozvaděč

Rozvaděč je přidělán na zadní stranu baru a jsou v něm umístěny všechny klíčové komponenty. Kromě vzduchových pump jsou všechny prvky přidělaný pomocí DIN lišty. Do rozvaděče je přivedeno síťové napětí, které se po průchodu přes proudový chránič ve zdroji přetransformuje na 12V DC. Tímto napětím je napájen celý bar. Uprostřed rozvaděče je umístěna lišta pro svod a lepší organizaci kabelů. Tato lišta byla později použita i pro přidělení vzduchových pump. V horní řadě se nachází 7 trubičkových pojistek – 1 pro celou 12V kolej a 6 pro každý výstup. U vodičů procházejících zadní stranou rozvaděče byly použity PVC průchodky.



Obrázek 9: Zapojený rozvaděč

#### 4.7 Ventily

Pouštění tlakového vzduchu do lahví zajišťuje čtveřice solenoidových ventilů. Ventily jsou primárně určeny na vodu, ale vzhledem k ceně standardních pneumatických ventilů nám pro naše požadavky vystačí tyto. Na každém ventilu jsou 2 mosazné adaptéry, aby bylo možné pneumatické hadičky připojit. Ventily jsou přichyceny na profily pomocí spojky vytištěné na 3D tiskárně.



Obrázek 10: Ventil se spojkou

#### 4.8 Pneumatické rozvody

V rozvaděči jsou umístěny dvě membránové vzduchové pumpy spojené paralelně kvůli většímu průtoku vzduchu. Systém je navržený tak, že lze pumpu použít i jen jednu a díky tomu částečně regulovat rychlost proudění. Výstup vzduchu prochází skrz stěnu rozvaděče do rozdvojek u ventilů, kde se rozdělí do všech čtyř ventilů. Z každého ventilu vede hadička do jedné láhve. Rozvod je proveden hadičkami kalibroványmi na vnější průměr 4mm a 6mm.



Obrázek 11: Ventily s hadičkami

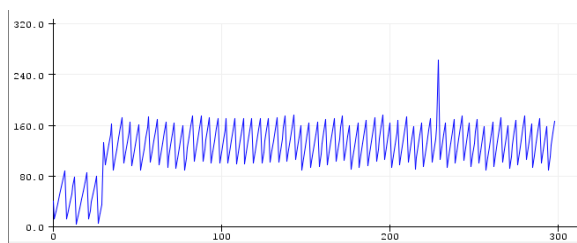
#### 4.9 Váhový senzor

V projektu je použit tenzometrický váhový senzor s analogově digitálním převodníkem HX711. Tento senzor je přidělán na X profil nad „podlahou“ baru, a na něm je umístěna plocha pro sklenici. Pomocí tohoto senzoru systém ví, zda je v prostoru umístěna sklenice, a případně je tak schopen zabránit rozlítí tekutin „do prázdna“. Dále je pomocí tohoto senzoru ověřováno množství tekutiny ve sklenici. Tato funkce je zahrnuta pouze v automatickém režimu. Jelikož se s funkcí měření váhy na začátku stavby baru nepočítalo, není na DPS konektor pro připojení převodníku. Proto musely spoje být připájeny na zadní stranu desky. Převodník s mikrokontrolérem komunikuje pomocí datové a hodinové linky.

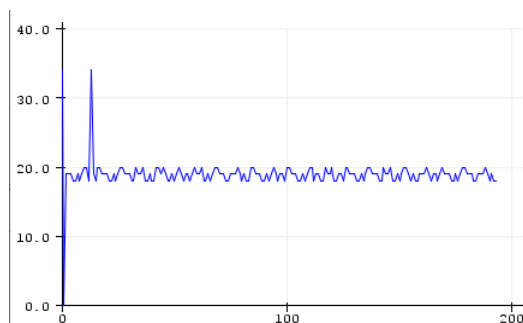


Obrázek 12: Senzor s modulem převodníku

Standardně má hodinový signál z převodníku frekvenci 10Hz, tudíž je možné číst maximálně 10 vzorků za sekundu. Pro jistotu naměřené hodnoty program čte vždy 2 vzorky, a bere jejich aritmetický průměr. Samotné měření v kódu probíhá v obsluze přerušení spouštěné časovačem v porovnávacím režimu. Kvůli nízké frekvenci převodníku a čtení dvou vzorků však jejich získávání trvalo ~150ms, což je na obsluhu přerušení příliš moc, a běh programu to zbytečně zpomalovalo. Při hledání možných řešení jsme narazili na možnost tento převodník přepnout na frekvenci 80Hz. Podle informací z dokumentace jsme zjistili, že frekvence se nastavuje hodnotou napětí na pinu 15 samotného převodníku (0V – 10Hz; 5V – 80Hz). Jelikož byl tento pin připojen na GND, museli jsme na tištěném spoji modulu převodníku udělat drobnou úpravu. Plošku pod pinem 15 jsme zaizolovali tak, aby bylo možné ho spojit s napájecím napětím, aniž bychom způsobili zkrat. Po této úpravě byla na hodinové lince naměřena frekvence 80Hz – úprava tedy byla úspěšná. Bylo provedeno měření doby čtení 3 vzorků v obou režimech převodníku, abychom mohli časy porovnat.



Obrázek 13: Odezva čtení tří vzorků při fclk=10Hz



Obrázek 14: Odezva čtení tří vzorků při fclk=80Hz

Z grafů je patrné, že se celý proces čtení výrazně urychlil. Díky tomu je možné ověřovat váhu častěji bez dlouhé doby trvání obsluhy přerušení.

#### 4.10 Láhve na tekutiny

Pro e-bar byly vybrány skleněné láhve s vysokým hrdlem pro jednoduché uchycení k rámu. V každé lahvi je korková zátka s párem hadic. Jednou vzduchovou, a druhou pro rozvod samotné tekutiny. Hadice na vzduch končí ve stejné úrovni jako korek, zatímco hadice pro tekutinu sahá až na samotné dno lahve. Uchycení láhve k rámu je realizováno pomocí objímek vytištěných na 3D tiskárně.



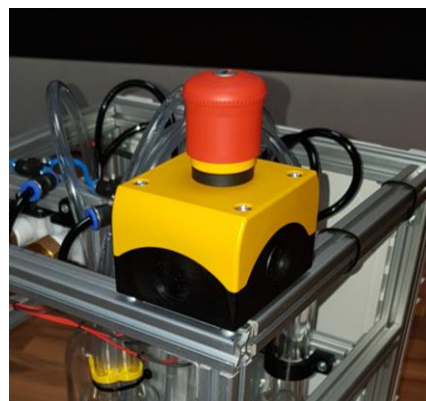
Obrázek 15: Korková zátka



Obrázek 16: Láhev uchycená na profilu

#### 4.11 Tlačítko nouzového vypnutí

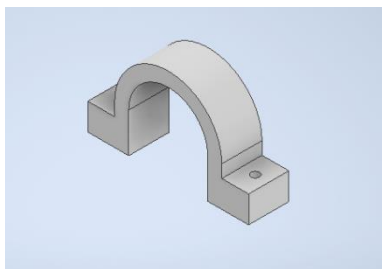
Při zmáčknutí tohoto tlačítka dojde k odpojení 12 V napájecí větve, tím pádem k okamžitému vypnutí celého e-baru. Přerušení fázového vodiče ze sítě nebylo realizováno kvůli prodlevě mezi stisknutím tlačítka a vypnutím (až 10s). Toto bylo způsobeno kondenzátory na výstupu zdroje a nízkou spotřebou systému bez zapnutých externích prvků (ventily/pumpy). K opětovnému zapnutí je potřeba klíč.



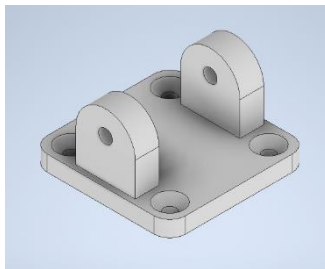
Obrázek 17: Tlačítko nouzového vypnutí

#### 4.12 Prvky vytištěné na 3D tiskárně

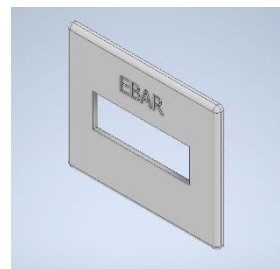
Konstrukci e-baru nám výrazně zjednodušila znalost programu Autodesk Inventor a možnost si modely na 3D tiskárně vytisknout. Všechny tyto prvky byly vytištěny tiskárnou Creality Ender 3 z materiálu PLA.



Obrázek 18: 3D model objímky láhve



Obrázek 19: 3D model spojky ventilů



Obrázek 20: 3D model části krabičky displeje

### 5 Závěr

Cílem naší práce bylo vytvoření zařízení s názvem E-bar. Jednotlivé kroky, které vedly k cíli byly následující: nápad a prvotní myšlenka, zpracování modelu v programu Inventor, zhotovení konstrukce, návrh a zapojení jednotlivých komponent, naprogramování řídicí jednotky, finální kompletace a zkušební provoz výrobku. Domníváme se, že stanoveného cíle se podařilo dosáhnout.